

# INDICADORS LOCALS DE L'IMPACTE AMBIENTAL DEL PRESTIGE: ILIAM-PETROL

Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (UAB)



[ A G E N D A 21 B C N ]

Ajuntament  de Barcelona

10

Documents

# INDICADORS LOCALS DE L'IMPACTE AMBIENTAL DEL PRESTIGE: ILIAM-PETROL

Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (UAB)

**Edita:**

**Ajuntament de Barcelona**

**Consell Municipal de Medi Ambient i Sostenibilitat**

Barcelona, gener 2005

**Autors:**

El professors:

Boada, Martí, *Dr. Ciències Ambientals UAB*

Feijoo, Gumersindo, *Dr. Ciències Químiques USC*

Rieradevall, Joan, *Dr. Ciències Químiques UAB*

**Els Ambientòlegs de la UAB:**

Altuna, Maddi

Calderer, Montse

Camp, Anna

Fargas, Mireia

Fernández, Jorge

Kucharski, Marta

Mendiburu, Rai

Núñez, Montse

Perarnau, Judit

**Disseny i maquetació:**

Estudi Jordi Salvany

**Impressió:**

Estudi 6

## PRESENTACIÓ

El dia 13 de novembre de 2002, el petrolier grec *Prestige* s'escora a 28 milles nàutiques a l'oest del cap Fisterra degut a una esquerda al seu casc. Immediatament, el Centre de Salvament de Fisterra rep el missatge de *May Day* i posa en marxa el seu dispositiu d'auxili. El dia 19 de novembre, i després d'una setmana de fuites de petroli, intents infructuosos de rescat i decisions polítiques controvertides quant al seu destí final, el vaixell es trenca en dues parts i s'enfonsa a només 250 quilòmetres de la costa gallega. Durant els següents dies, les taques negres de fuel que continuen sortint dels tancs enfonsats no deixaran d'arribar a les platges del litoral, transformant el ric ecosistema gallec en un paisatge negre i desolador. El vessament del *Prestige* provocarà a curt termini, greus impactes ecològics, econòmics, socials i sanitaris, alguns dels quals perduren a mig termini, dos anys després de la catàstrofe, i probablement es mantindran a llarg termini.

Arran del vessament es van realitzar nombrosos estudis sobre els impactes derivats a curt termini, de la mateixa manera que s'havia fet després d'altres accidents de petroliers. Però la majoria d'aquests estudis no han tingut continuïtat, dificultant el coneixement dels efectes a mig i llarg termini dels vessaments de petroli.

En aquest context, després d'uns estudis bàsics en la zona afectada per part d'estudiants de la Llicenciatura de Ciències Ambientals i l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) amb el Departament d'Enginyeria Química de la Universitat de Santiago de Compostela (USC), plantegen la necessitat d'una recerca centrada en el desenvolupament d'un seguiment amb el disseny d'uns indicadors a mig i llarg termini a les zones costaneres afectades pels impactes produïts en l'àmbit local pel vessament de petroliers en general i de forma específica pel vessament del *Prestige*, amb la finalitat d'esbrinar quins són aquests efectes i en quina mesura persisteixen.

Per tal d'assolir aquest objectiu s'ha desenvolupat un sistema d'indicadors locals d'impacte ambiental a mig termini del vessament de petroli (**ILIAM-PETROL**), eina d'avaluació que ens permetrà fer un seguiment de les variables ecològiques, socioeconòmiques i sanitàries. Aquest sistema d'indicadors està dissenyat perquè sigui: sintètic, senzill, integrador, local i a mig termini. És una recerca innovadora en l'àmbit dels desastres petroliers, ja que hi han poques referències en la bibliografia precedent.

El municipi pilot que ha estat seleccionat per l'aplicació i la validació dels indicadors ambientals és el **Concello de Carnota** (A Coruña, NW Espanya; 42° 45' N, 7° 6' W), situat a la Costa da Morte, la zona més afectada pel vessament del *Prestige*, amb l'objectiu final d'obtenir un sistema d'indicadors aplicable en qualsevol altre municipi que es vegi afectat per una catàstrofe ecològica similar.

IMMA MAYOL

Presidenta de la Comissió de Sostenibilitat,  
Serveis Urbans i Medi Ambient



## Agraïments

Agraïm a la Universitat Autònoma de Barcelona pel suport econòmic prestat per al desenvolupament de l'estudi i molt especialment al seu Rector, el Dr. Luís Ferrer i Caubet, pel seu recolzament i entusiasme.

Al Departament d'Enginyeria Química i Enginyeria Ambiental de la Universitat de Santiago de Compostela per la seva ajuda logística.

A l'Ajuntament i els ciutadans de Carnota; que sense ells no s'hauria pogut portar a terme aquest estudi.

A l'Ajuntament de Barcelona perquè ha fet possible la difusió d'aquesta recerca.

Agraïm també la col·laboració de totes les persones que han fet possible la consecució d'aquest projecte, entre les quals cal esmentar especialment: Xan Duro Fernández, Martiño Nercellas, Xavier Vázquez Pumariño, Xoxe Luis Baleato Castro, Regina Durán Carballal, Roy Carbajal, Miguel Serrano, Javier César Aldariz, Jesús Domínguez Conde, Luis Díaz, Paula Fernández Álvarez, Eugenio Fernández Pulpeiro, Jorge Otero-Schmitt, Emilio Louro, José Domínguez Caamaño, Agustín Montes, Sven Schwebsch, Rosa Maria Villar Álvarez, José Luís López Do Casar, Roman Sanchidrian Perejil, Carlos Cortizo Prieto, Ana Fernández Orcajada i Josefa Ferreiro Figueiras.

A tots/es els voluntaris/àries que van participar per reduir l'impacte del vessament del *Prestige*.

I cóm oblidar a les nostres famílies i amics, que ens han donat els seus ànims quan nosaltres ja no en disposàvem. Sense el recolzament de tots ells aquest projecte no s'hauria fet realitat.

# ÍNDEX

<b>Presentació</b>	<b>3</b>
<b>1. L'accident del Prestige i els seus impactes ambientals al Concello de Carnota</b>	<b>7</b>
1.1. Els accidents petrolers	7
1.2. L'accident del <i>Prestige</i>	8
1.3. Caracterització de la zona pilot d'estudi dels indicadors (ILIAM-PETROL): el Concello de Carnota	13
1.4. L'impacte ambiental del <i>Prestige</i> al Concello de Carnota	14
<b>2. Els indicadors locals com a eina d'avaluació d'impacte ambiental</b>	<b>18</b>
2.1. Origen dels indicadors locals: l'Agenda 21	18
2.2. Característiques i objectius dels indicadors ambientals	18
2.3. Tipus d'indicadors ambientals	20
2.4. Classificació dels indicadors ambientals	23
<b>3. Metodologia de definició dels Indicadors Locals d'Impacte Ambiental a Mig termini de vessaments de petroli (ILIAM-PETROL)</b>	<b>27</b>
3.1. Marc global d'elaboració dels ILIAM-PETROL	27
3.2. Procés de selecció dels ILIAM-PETROL	27
3.3. Disseny de la proposta dels ILIAM-PETROL	28
3.4. Els ILIAM-PETROL	37
<b>4. Fitxes metodològiques dels indicadors: resultats del seguiment</b>	<b>39</b>
4.1. Fitxes dels indicadors ecològics	39
4.2. Fitxes dels indicadors sanitaris	49
4.3. Fitxes dels indicadors socioeconòmics	53
4.4. Relació entre els indicadors	65
<b>5. Resultats i conclusions dels ILIAM-PETROL</b>	<b>67</b>
5.1. Metodològics	67
5.2. Específics	67
<b>6. Annexos</b>	<b>73</b>
6.1. Acrònims i abreviatures	73
6.2. Paraules clau	74
6.3. Documentació consultada	76
<b>Resums en Castellà, Gallec i Anglès</b>	<b>79</b>
Castellà	80
Gallec	90
Anglès	100



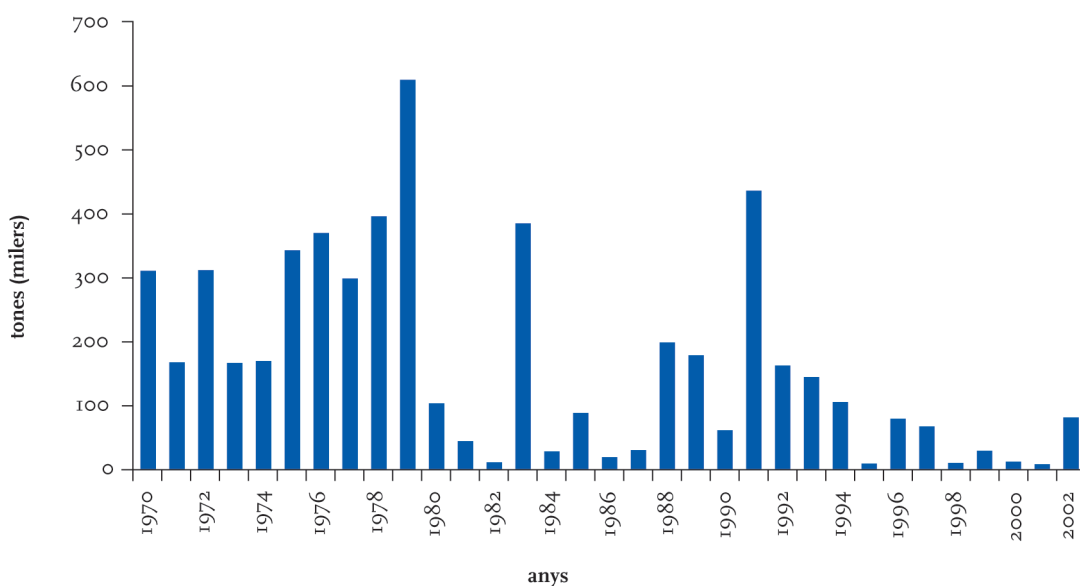
# I. L'ACCIDENT DEL *PRESTIGE* I ELS SEUS IMPACTES AMBIENTALS AL *CONCELLO* DE CARNOTA

En aquest capítol 1 es presenten alguns antecedents de vessaments accidentals de petroli i d'altres substàncies que han afectat diferents punts de la geografia mundial, fent especial atenció en aquells que han afectat les costes gallegues als darrers trenta anys i, molt especialment, en l'accident del *Prestige* (característiques del petrolier, cronologia de l'accident, quantitat de fuel vessat i propietats físico-químiques, etc.). En l'apartat final es presenten aspectes geogràfics, socioeconòmics i ecològics del *Concello* de Carnota, zona pilot on s'apliquen els ILIAM-PETROL, i per acabar s'estudien els impactes ecològics, sanitaris i socioeconòmics que el vessament de fuel del *Prestige* ha provocat en aquesta zona.

## 1.1 Els accidents petrolers

Al llarg de la història han tingut lloc un elevat nombre de catàstrofes ecològiques per naufragis inesperats de vaixells carregats amb matèries primeres i contaminants ambientals. Als anys 70, les deficientes mesures de seguretat van suposar un gran nombre de vessaments, fins a superar el mig milió de tones anual, amb una mitjana de 24 accidents per any. El nombre de vessaments de petroli es redueix cada dècada, així als 80 al voltant de 9 vessaments anuals i als 90 una mitjana de 8 per any. Igual que els accidents, les tones vessades al mar per accidents de petroliers va decreixent amb els anys (figura 1.1).

Figura 1.1:  
Evolució de la quantitat de tones vessades des de 1970.



Font: International Tanker Owners Pollution Federation Limited, 2003

De tots els vessaments petrolers que han tingut lloc al llarg del segle XX, cal esmentar pel seu impacte els següents ordenats cronològicament: *Torrey Canyon* (Anglaterra, 1967) amb 120.000 tones; *Amocco Cádiz* (França, 1978) amb 225.000 tones; *Exxon Valdez* (Alaska, 1989) amb 40.000 tones; *Mar Egeo* (A Coruña, 1992) amb 80.000 tones; *Braer* (Anglaterra, 1993) amb 85.000 tones; *Sea Empress* (Anglaterra, 1996) amb 72.000 tones; *Nakhodka* (Japó, 1997) amb 19.000 tones; *Erika* (França, 1999) amb 10.000 tones; i, per últim, ja al segle XXI, *Prestige* (A Coruña, 2002) amb 77.000 tones.

Si ens centrem en els accidents que han tingut lloc a les costes gallegues en els darrers trenta anys, hi ha un total de cinc vessaments importants d'hidrocarburs i dos més de substàncies químiques que han afectat aquest litoral (taula 1.1), motiu suficient per a què el Fons Mundial per a la Natura (WWF) l'hagi considerat la zona de més risc d'Espanya de patir marees negres. No en va es denominaren aquestes aigües com les de la COSTA DA MORTE, perquè cada tres dies hi ha un temporal.

Taula 1.1:  
Accidents marítims més importants a la costa gallega.

vaixell	any	càrrega	lloc	producte
Polycommander	1970	50.000 tm	Ria de Vigo (cara nord illes Cíes)	Cru
Erkowit	1970	2.000 bidons	Cap Vilán (A Coruña)	Pesticides, insecticides.
Urquiola	1976	100.000 tm	A Coruña	Cru
Andros patria	1978	208.000 tm	Cap Ortegal, aprop illes Sisargas	Cru
Casón	1987	2.000 bidons	Platja Rostro (Finisterre)	productes químics corrosius
Mar egeo	1992	80.000 tm	A Coruña	Cru
Prestige	2002	77.000 tm	A Coruña	Fuel

Font: elaboració pròpia a partir de <http://www.usc.es/ecopesca/Galego/documentos/capitulor3.pdf>

## 1.2 L'accident del *Prestige*

El *Prestige* era un **petrolier monocasc**, on el fuel pesant transportat i l'aigua estaven separats només per una capa d'acer, enlloc de ser de doble casc, separat per dues capes d'acer i recomanable en front dels accidents. Feia 243 metres d'eslora i 18,7 de calat. Fabricat al Japó el 1976, transportava **77.000 tones de fuel pesant** de tipus 2 segons la classificació francesa, 6 segons la classificació internacional i M-100 en l'escala russa. Havia passat la darrera inspecció tècnica l'any 1999 a Rotterdam, on van ser descobertes deficiències en els dispositius de seguretat, sense ser aturat. Abans d'embarancar a Galícia, ja havia sofert alguns problemes greus, per exemple quan les seves màquines van fallar l'11 de novembre de 1991 a la costa italiana, on va ser remolcat.

El *Prestige* havia sortit del port de Letònia i hauria d'haver completat el seu trajecte a Singapur, fent escala a Gibraltar, on es vendria la mercaderia per altres vaixells. Però mai arribaria al seu destí.

L'accident del *Prestige* posa en evidència la **complexa xarxa d'empreses** que intervenen en un carregament marítim d'aquest tipus. El petrolier naufragat és propietat d'una empresa amb base a Libèria, dirigit per una empresa amb base a Grècia, enregistrat a les Bahames i arrendat per una companyia petrolífera russa amb base a Suïssa i el Regne Unit. Tot aquest entramat de nacionalitats no és casual. De fet, la gran majoria de vaixells dedicats al transport internacional, especialment de mercaderies perilloses, responen a una tipologia semblant. Saber qui és el responsable de la catàstrofe no és fàcil.

## La història del naufragi


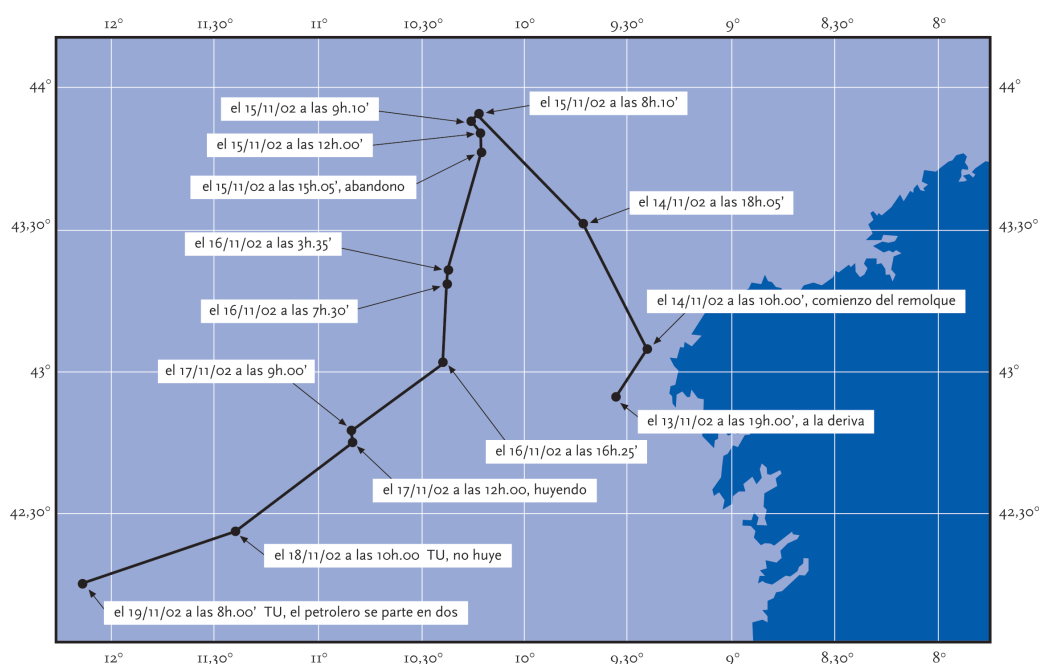
Data	Crònica del dia
13/novembre/2002 MAY DAY	Les onades de 8 metres colpegen amb força el <i>Prestige</i> carregat amb 77.000 tones de cru procedent de Sant Petesburg. El <i>Prestige</i> naufraga a 28 milles del cap de Fisterra. Una via d'aigua deixa a la deriva el petrolier. Apostolos Mangouras, el capità del vaixell llança un S.O.S al Centre de Salvament Marítim de Fisterra. En primer lloc s'evacuen als membres de la tripulació; el capità, el primer oficial i el cap de màquines es queden a la nau. Comencen els primers intents per allunyar el vaixell de les costes.
14/novembre/2002 	A la matinada, el <i>Prestige</i> es troba a 7 milles de la costa de Muxia. Ja són diverses les tones de fuel vessades al mar, hi ha un solc que s'estén fins a 20 milles nàutiques de llarg (veure figura 1.2). Per problemes tècnics no hi ha manera de remolcar el petrolier, però a la tarda ja s'aconsegueix. Durant la nit es fan 16 intents infructuosos i a primera hora del matí s'aconsegueix enganxar-lo. S'allunya el <i>Prestige</i> a 20 milles de la costa amb rumb nord-est. El petrolier navega a 6 nusos gràcies als seus motors auxiliars i als remolcadors. Les informacions oficials encara no diuen que centenars de tones de fuel s'estan abocant al mar i avancen cap a la costa gallega. El Pla Vizcaya, pla d'intervenció franco-espanyol per desastres a l'Atlàntic es posa en marxa des del migdia. A la nit, la taca, d'unes 3.000 tones de fuel, supera els 37 km de longitud davant de les costes de Fisterra.
15/novembre/2002	A les tres de la matinada aparten del capdavant al capità Mangouras, que és detingut i substituït pel capità Wytse Huismans de la companyia Smit Savage. El vaixell és remolcat cap al Sud a una velocitat de 2 nusos. En aquest moment l'esquerda és de 35 metres de llarg al costat dret del casc. Álvarez-Cascos, ministre de Foment, reclama que el vaixell s'allunyi. Diverses taques de fuel i alguna de molt gran (fins a 200 metres d'ample i incalculable llargada) s'estan aproximant. Les que es troben més a prop estan entre 15 i 30 Km de la costa, a l'oest del Cap de Finisterre (entre les illes de Sisargas i la Ria de Muros). SASEMAR ordena que el vaixell es mantingui com a mínim a 61 milles de la costa.
16/novembre/2002	A Muxia, comencen a arribar-hi les primeres taques de fueloil. Els mariners, pescadors, els alcaldes i la gent en general comencen a demanar explicacions i es comencen a mobilitzar pel seu compte.
17/novembre/2002	Els vents no deixen d'acostar les taques de fuel. Ja són 30 el quilòmetres de costa afectats. Mariano Rajoy, en nom del govern Espanyol, es fa càrrec de la coordinació de la crisi. S'estudia la possibilitat d'enfonsar el <i>Prestige</i> o llençar bombes per tal d'incendiar-lo però com que el fuel és molt dens no s'encendria i es podria generar un núvol tòxic. La fissura del vaixell és ja de 50 metres.
18/novembre/2002	El vaixell es troba a 150 milles de Fisterra. Des del govern s'anuncia que hi haurà subvencions pels afectats. Els experts de l'institut francès especialitzats en contaminació marina, CEDRE, asseguren que el petrolier es trencarà en dos i deixarà anar grans quantitats de fuel. Les autoritats portugueses prohibeixen l'entrada del petrolier a un dels seus ports.
19/novembre/2002 	A les 8 del matí el petrolier es parteix en dos i s'enfonsa a 133 milles del cap de Fisterra i a 145 milles de les Illes Cies (figura 1.3). La popa s'enfonsa a les 12 del migdia i la proa a les 4 de la tarda; tarden 20 hores a arribar als 3.500 metres de profunditat. El <i>Prestige</i> es troba a 250 Km de la costa gallega. Amb la primera marea negra, alguns pobles i voluntaris es comencen a mobilitzar per les tasques de neteja. La marea negra afecta aquest dia 270 km de costa gallega.
20/novembre/2002	El primer vessament afecta 295 km de costa. S'evidencien la manca de mitjans per combatre l'arribada del fuel. Les barreres de contenció instal·lades es trenquen pel temporal. Hi ha diferents grups de taques que amenacen amb portar la segona marea negra (les taques estan a la zona de l'enfonsament i a 28 i 10 milles del Cap de Fisterra).
24/novembre/2002	La zona afectada supera els 400 km de costa, arribant a costes asturianes. Ja han estat recollides 1.245 tones de fuel.
25/novembre/2002	La taca de 1000 km quadrats que va deixar el <i>Prestige</i> en enfonsar-se està a tant sols 120 Km de la costa gallega. El <i>Nautile</i> , batiscaf del IFREMER, prepara una inspecció submarina durant 8 dies. Es preveu que el <i>Nautile</i> arribarà el dia 1 de desembre i es submergirà una vegada al dia.

Figura 1.2: solc de fuel  
Font: Xurxo Lobato - La Voz de Galicia

Figura 1.3: enfonsament del *Prestige*.  
Font: Xurxo Lobato - La Voz de Galicia

27/novembre/2002	En la zona més contaminada a l'oest de Galícia s'observen taques: - diàmetre inferior a 25 m = 192 taques - diàmetre inferior a 50 m = 57 taques / diàmetre superior a 50 m = 11 taques - diàmetre superior a 300 m = 1 taca
28/novembre/2002	La marea negra afecta a 8 espais naturals: Betanzos-Mandeo, a la Ría de Betanzos; Carnota-Monte Pindo; Corrubedo; Costa Artabra; Costa da Morte; Costa de Dexo; Estaca de Bares, i Monte i Lagoa de Louro.
29/novembre/2002	6 vaixells anticontaminació estrangers treballen entre Fisterra y Corrubedo i també a la Ría d'Arousa. Ja s'han recollit 3.000 tones de combustible a mar i 5.000 a terra. El Congrés aprova les primeres ajudes als afectats.
30/novembre/2002	La segona marea negra arriba escampada en múltiples taques.
1/desembre/2002	Unes 200.000 persones surten als carrers de Santiago de Compostela.
6/desembre/2002	Comença una gran arribada de voluntaris d'arreu del món.
20/desembre/2002	A Estrasburg, el Parlament Europeu refusa la creació d'una comissió d'investigació sobre el <i>Prestige</i> .
24/desembre/2002	Segons dades oficials, s'estima que 530 tones estan dipositades a les plataformes continentals procedents del remolc del <i>Prestige</i> , el fuel més dens procedent de la zona de l'enfonsament està dipositat abans de la plataforma. Hi ha 900 Km del litoral gallec afectats, també es veuen afectades les costes del Mar Cantàbric, arriba a França, entra a Arcachon i al Canal de la Mancha.

Figura 1.4:  
Posicions del petrolier Prestige des del 13/11/02 fins al 19/11/02



Font: [http://www.le-cedre.fr/fr/prestige/z\\_sauvetage.htm](http://www.le-cedre.fr/fr/prestige/z_sauvetage.htm)

### Caracterització físico-química del fuel del *Prestige*

El petroli és una **barreja complexa** constituïda fonamentalment per **hidrocarburs** i altres compostos de **carboni** i **hidrogen**, en els quals normalment estan presents fraccions de sofre, nitrogen, oxigen, níquel, vanadi, així com altres elements en menor concentració. El petroli rep el nom de cru quan s'extreu del jaciment i es separa l'excés de gas. Quan arriba a les refineries, aquest cru de petroli es sotmet a una sèrie de fraccionaments per a la seva separació en diferents productes de baix a alt pes molecular (lleugers *vs* pesants), en funció del qual té una aplicació o una altra (veieu taula 1.2).

Taula 1.2:  
Productes obtinguts a partir de la destil·lació del petroli i la seva aplicació.

	producte	interval temperatura ebullició	aplicacions
fraccions lleugeres	gas de refinaria	<20°C	combustible per a la refinaria
	glp	<20°C	calefacció domèstica i industrial
	gasolina	40-150°C	carburant per a automòbils
	nafta pesada	150-200°C	matèria primera per a productes químics, dissolvents
fraccions mitges	querosè	170-250°C	làmpada d'enllumenat, carburant per a turboreactors
	gasoil	250-320°C	carburants per a motors diesel, calefacció domèstica
fraccions pesades	fueloil lleuger	340-400°C	combustible per a embarcacions, forns
	fueloil pesant	400-500°C	d'instal·lacions tèrmiques
	asfalt	>500°C	matèria primera per a lubricants, ceres i olis pavimentació, impermeabilització
Font: Mc Ketta, 1992			

Les **principals característiques dels fueloil pesant**, que serveixen com a criteri de classificació, són la **viscositat i el contingut en sofre** (veieu la taula 1.3).

La viscositat és una de les propietats que més influeixen en la facilitat o dificultat de polvoritzar els combustibles en fines gotes a una determinada temperatura, per a possibilitar una adequada combustió. Residus molt viscosos (anomenats *bunker oils*) només poden ser emprats amb cremadors de disseny especial a altes temperatures. La preparació dels diferents tipus de fueloil a les refineries exigeix una barreja dels diferents residus amb productes destil·lats de baixa viscositat, anomenats *cutter-stocks*, de manera que el producte resultant posseeixi una viscositat final dins del marge especificat. D'aquesta forma sorgeix el fuel M-100 que transportava el petrolier *Prestige*.

Taula 1.3:  
Característiques del fuel M-100 que transportava el petrolier *Prestige*

paràmetre	valor	indicacions sobre el fuel estàndard
densitat a 15°C (kg/m³)	0,9930	normal
viscositat a 50°C (cSt)	615	alt
punt de fluïdesa (°C)	6	baix
sofre màxim (%)	2,58	mig
vanadi màxim (mg/l)	80	normal
Font: Feijoo et al., 2003		

A la taula 1.4 es mostra la composició de les diferents fraccions del fuel (saturada, aromàtica, asfàltènica i resínica) corresponent a tres petroliers que finalment van acabar enfonsant-se a prop de les costes.

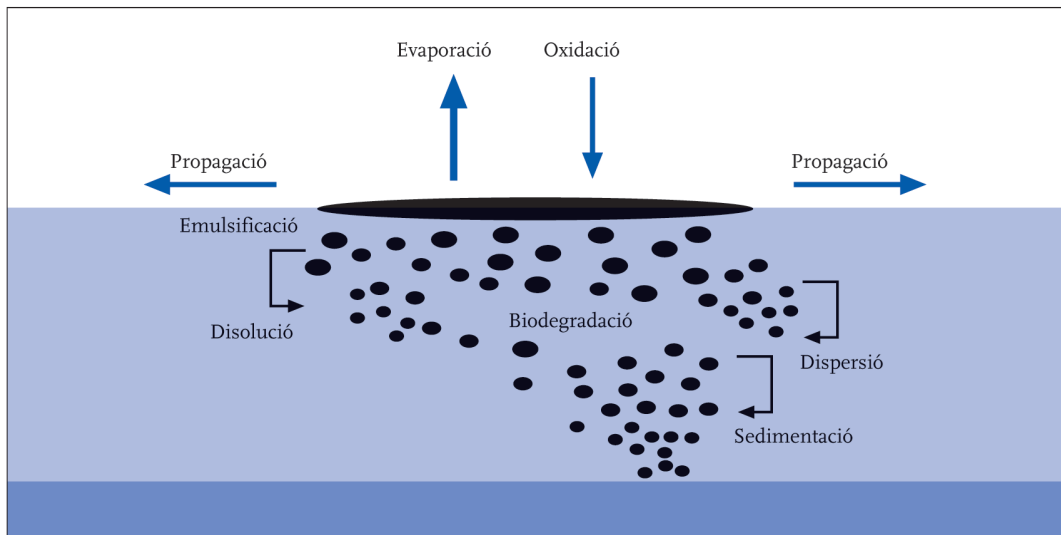
Taula 1.4:  
Composició percentual del fuel transportat per diversos petroliers que van acabar generant marees negres

fuel	saturada (%)	aromàtica (%)	resínica (%)	asfàltènica (%)
Erika (1999)*	22,2	55,6	15,6	6,6
Baltic-carrier (2001)*	40,9	37,9	11,5	9,7
Prestige (2002)**	26,6	52,8	8,4	12,2



Un cop produït l'accident o naufragi del petrolier, es produeix un vessament que, en funció de la quantitat i extensió, pot arribar a originar una marea negra amb un fort impacte ambiental. El combustible passa a ser un residu contaminant que en contacte amb l'aigua (veieu figura 1.5) pateix una sèrie de processos que modifiquen la seva naturalesa i composició, amplificant el seu efecte toxicològic.

Figura 1.1:  
Evolució de la quantitat de tones vessades des de 1970.



Font: Feijoo et al., 2003

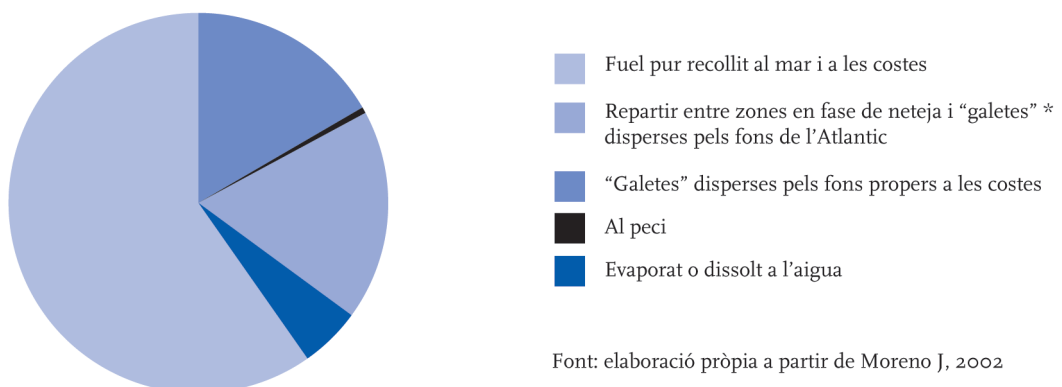
### Quantitat de fuel vessat i residus recuperats

Després de diverses, i en alguns casos, contradictòries informacions, a finals d'agost de 2003, el govern Espanyol va fer públic que el petrolier havia vessat al mar **64.000 tones** de fuel i que un cop obturades totes les esquerdes, als tancs del *Prestige* restaven encara 13.800 tones de fuel, 13.100 a la proa i 700 a la popa, representant el 18% de la càrrega inicial.

Pel que fa a les quantitats de **residus recuperats** (sorra, aigua i fuel), fins l'agost de 2003 fonts oficials les fixaven en **130.000 tones**, de les quals 51.000 van ser recollides al mar i 79.000 a les platges. Però aquestes xifres són difícils de precisar i varien segons la font consultada.

La figura 1.6 mostra la distribució de les quantitats de fuel pur transportat pel *Prestige* segons la seva localització.

Figura 1.6:  
Distribució del fuel del *Prestige* segons la seva localització.



Font: elaboració pròpia a partir de Moreno J, 2002

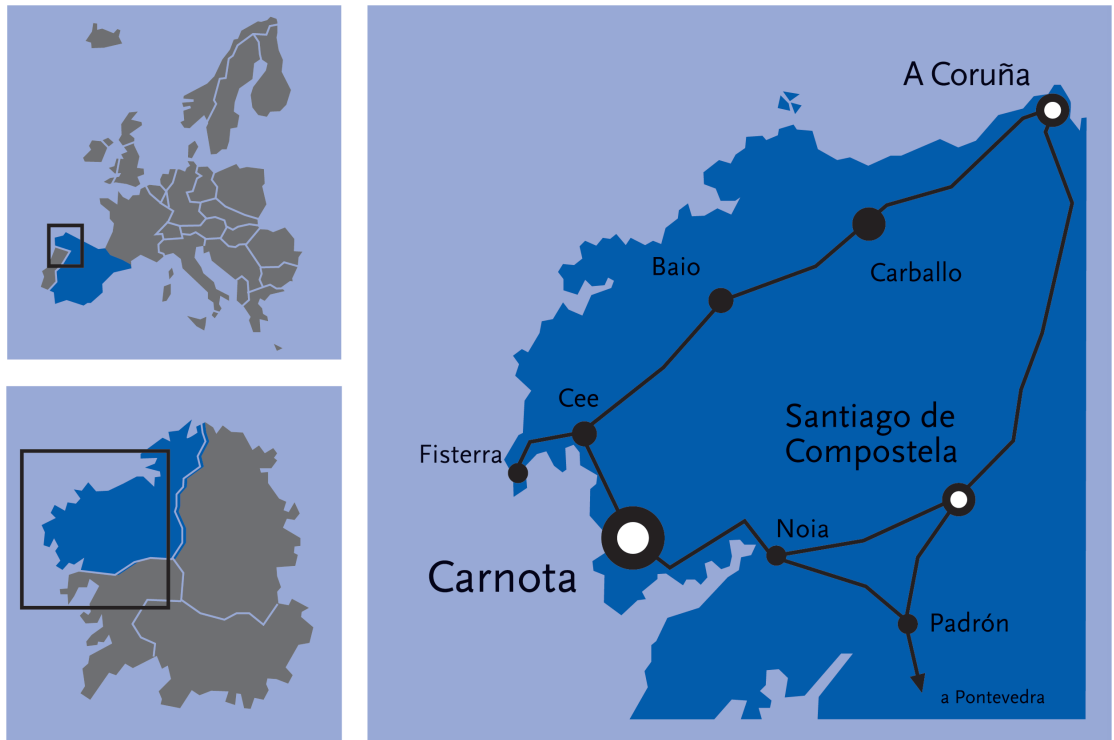
### 1.3 Caracterització de la zona pilot d'estudi dels indicadors (ILIAM-PETROL): el *Concello* de Carnota

La zona pilot on s'han aplicat els indicadors locals d'impacte mediambiental ha estat el *Concello* de Carnota, un municipi de dimensions mitjanes, per ser una zona on es va produir un impacte important pel vessament del *Prestige*. A més, té una geografia amb zones de platja i de penya-segats amb activitats econòmiques centrades en la pesca i en menor mesura en el turisme. Cal destacar també un nivell baix de renda i un elevat nivell d'atur i, degut a les quals qualsevol variació en l'entorn ocasiona unes repercussions immediates en la població. Tots aquests aspectes faciliten la seva elecció com a zona pilot d'estudi.

Cal destacar que aquest estudi ha estat possible gràcies a la col·laboració desinteressada de les entitats i habitants de la zona.

- El **Concello de Carnota** està situat a la costa atlàntica gallega, s'estén al llarg de 42 quilòmetres de costa i pertany a la comarca de Muros, ubicada a la ria de Corcubión. La franja litoral entre la platja de Carnota i el cap de San Adrian, poc abans d'arribar a A Coruña, es coneix amb el nom de la *Costa da Morte* i constitueix una zona de transició entre les Ries Altas i les Ries Baixes (veieu figura 1.7).

Figura 1.7:  
Situació geogràfica del *Concello* de Carnota.



Font : [www.concellodecarnota.com](http://www.concellodecarnota.com), web oficial *Concello* de Carnota.

El *Concello* està constituït per cinc parròquies o demarcacions administratives: San Mamede de Carnota, Santa Columba de Carnota, Lariño, Lira i O Pindo. Les cinc fan, en total, 4.629 hectàrees d'extensió i hi viuen 5.510 habitants (IGE, 2003), no superant-se els 50 habitants per quilòmetre quadrat. Com en altres moltes zones de Galícia, Carnota té taxes de natalitat molt baixes i creixements vegetatius negatius. L'elevada emigració durant la dècada dels 90 va suposar una pèrdua del 19,35% de la població censada.

- La **base econòmica** de Carnota és la pesca, seguida per l'agricultura i la ramaderia. L'activitat industrial és escassa i està relacionada amb la transformació dels recursos marins en petites i mitjanes empreses conserveres. El turisme és recent. La seva taxa d'activitat és inferior a la mitjana de Galícia degut a l'elevat grau d'envelliment de la població. L'any 2002,

la taxa d'atur superava el 20%. Tots aquests indicadors econòmics fan del *Concello* de Carnota una de les zones més empobrides de tota Galícia i, per tant, molt sensible als canvis.

- El **medi natural** de Carnota és de gran importància per a la conservació dels ecosistemes dunars i de maresmes a Galícia. Es tracta d'un municipi paisatgísticament molt interessant, ja que tot el seu litoral està inclòs a la **Xarxa Natura 2000** sota la denominació Carnota-Monte Pindo. Des del punt de vista **faunístic**, destaca sobretot el corriol camanegre (*Charadrius alexandrinus*), au que nidifica a les dunes de Boca do Rio, una de les poques zones de cria a Galícia. Pel que fa a la **flora**, són importants alguns endemismes d'Espanya d'àrea de distribució molt reduïda i en perill d'extinció, tant del sistema dunar (*Omphalodes littoralis* subsp. *gallaecica*) com de les zones humides (*Juncus maritimus*).

## 1.4 L'impacte ambiental del *Prestige* al *Concello* de Carnota

El *Concello* de Carnota, juntament amb altres municipis de la Costa da Morte, va ser un dels més afectats pel vessament del *Prestige*. Els impactes ecològics, sanitaris i socioeconòmics que es van derivar són encara incalculables. Segons un estudi realitzat per 40 científics de diverses universitats espanyoles, s'haurà d'esperar com a mínim fins al 2015 per a la normalització de l'ecosistema gallec. Aquesta previsió va verificar-se per mitjà d'una prediagnosi realitzada pel grup de la UAB i de la USC i contrastada amb altres treballs (veieu taula 1.5). L'esmentada prediagnosi va permetre copsar la necessitat de desenvolupar un conjunt d'indicadors per tal d'esbrinar el grau d'afectació actual i la dinàmica de recuperació a través d'estudis científics de seguiment. Amb aquesta finalitat es van desenvolupar els ILIAM-PETROL descrits en els apartats següents.

### Impactes ecològics

Taula 1.5:

Prediagnosi dels impactes ambientals del vessament del *Prestige* al *Concello* de Carnota.

CAMP	VECTOR AMBIENTAL	PERÍODE D'IMPACTE		
		curt termini (ct)	Mitjà termini (MT)	Llarg termini (LT)
ecològic	avifauna			
	plataforma continental front a carnota			
	columna d'aigua			
	sistema de penya-segats			
	sistema rocós			
	sistema platja			
	biodiversitat			
sanitari	aparell respiratori			
	pell			
	sistema nerviós central			
socioeconòmic	pèrdues econòmiques			
	emigració			
	fuel recuperat			

Segons la *National Academy of Sciences* (NAS), existeixen cinc factors que condicionen el tipus i grau d'extensió dels impactes derivats d'un vessament de petroli. Tres d'ells tenen, en el cas del *Prestige*, una lectura negativa (superfície afectada, quantitat de petroli vessat i característiques del fuel), i els altres dos són intermitjos perquè agrupen aspectes positius i negatius: d'una

banda, les dures condicions oceanogràfiques i meteorològiques dificulten les tasques de neteja però afavoreixen la degradació física del fuel; d'altra banda, l'estació de l'any del vessament determina les baixes temperatures de l'aigua i, per tant, una biodegradació més lenta, però també una afecció no generalitzada a espècies migratòries i un mínim impacte sobre els cicles reproductius, ja que la major part de les espècies es reproduïxen a la primavera. Per tant, considerant la metodologia establerta per la NAS, **els impactes derivats del Prestige són importants, però encara haurien estat pitjors en cas d'un baix hidrodinamisme i d'un vessament en el període primaveral.**

De tots els potencials **impactes ecològics** identificats en els primers estudis en el *Concello* de Carnota els més destacables són:

- **Elevat impacte sobre les aus;** fins al febrer de 2003 s'havien recollit entre 10-13% del total d'aus afectades pel vessament, mortes o amb algun tipus d'afecció (veure figura 1.8).
- **Absència** significativa de l'au corriol camanegre (*Charadrius alexandrinus*) (figura 1.9) a la seva zona de cria dins el municipi (part alta de la platja de Carnota) al febrer de 2003.
- **Danys** notables sobre la comunitat de *Lichina pygmaea*, líquen de l'estatge litoral superior, sobretot a la Punta d'Insua, petit cap exposat a l'oleatge a Lariño, al gener de 2003.
- **Afecció** massiva a les **comunitats líquèniques** de varis punts de la costa del *Concello*, dades de gener de 2004.
- **Afecció** important sobre l'alga *Bifurcaria bifurcata*, en ser bastant abundant en el moment de l'accident, afavorint la colonització per part de *Sargassum muticum* a l'estatge litoral medi. En general, greu afectació a les comunitats de macroalgues al febrer de 2003.
- La **plataforma continental** front a Carnota és, a febrer de 2003, de les més **afectades** per la presència de fuel als fons marins.
- **Columna d'aigua** de mar **molt contaminada**, sobretot en superfície, al febrer de 2003.
- **Contaminació difosa** al sistema de maresmes de Boca do Rio amb afectació sobre la vegetació de jonquera i sobre la comunitat angiospèrmica de *Zoostera noltii* al gener de 2004.
- **Sistema dunar i reradunar molt afectat** a nivell estructural i de composició al gener de 2004, degut a l'impacte indirecte de les tasques de neteja, les quals impliquen l'obertura de pistes per l'extracció del fuel dipositat a les platges.
- Àrea visible del **sistema rocós molt afectat** al febrer de 2003 i recuperat parcialment al gener de 2004. Les zones rocoses netejades mecànicament amb hidronetejadors han perdut el seu biofilm, retardant-se la colonització per les espècies oportunistes.
- Les **platges** de Carnota van suportar l'arribada de vàries mareas negres, sent de les més afectades pel vessament. A mitjans del 2004 és encara bastant preocupant. El fuel en estat de descomposició ha percolat cap a les capes subterrànies intercalant-se amb estrats de sorra: és el que es coneix com **efecte lassanya**, segons la denominació dels Drs. Martí Boada i Joan Rieradevall.

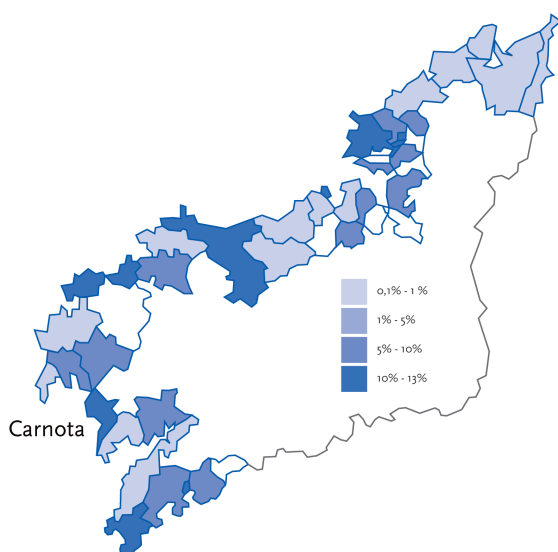


Figura 1.9:  
exemplar de Corriol camanegre (*Charadrius alexandrinus*).  
Font: R. Aymí

## Impactes sobre la salut humana

La **toxicitat** d'un fuel s'ha de valorar tenint en compte diversos factors, com són les seves característiques intrínseques, la intensitat i duració de contacte amb el fuel i l'estat patològic i fisiològic de la persona exposada. Les característiques físico-químiques del fuel del *Prestige* (elevat pes molecular, poc volàtil i molt persistent) fan que presenti una elevada perillositat no tant pels seus efectes aguts, sinó pels seus **efectes crònics** (carcinoma de pell, lesió del teixit pulmonar, inhibició de l'activitat surfactant, etc.), però cal una **exposició prolongada** perquè aquests es manifestin. D'altra banda, els efectes psicològics i fisiològics aguts i crònics que es desencadenen depenen de la via d'incorporació del fuel a l'organisme humà i s'hi donen tres possibilitats: digestiva, cutània i/o respiratòria. De tots els components del fuel, els més tòxics per l'ésser humà els hidrocarburs aromàtics policíclics, els metalls pesants i els compostos orgànics volàtils (COVs), els dos primers presents en elevades quantitats en el cas del *Prestige*.

- Els **PAHs**, components majoritaris del petroli, es bioacumulen i es biomagnifiquen, penetren sobretot per via cutània i digestiva, s'acumulen als teixits grassos de l'organisme i es relacionen causalment amb el desenvolupament de càncers de pell i de pulmó. Segons l'informe tècnic n°11 del Centre Superior d'Investigacions Científiques (CSIC) sobre la toxicitat dels residus de petroli del *Prestige*, el risc carcinogen és de 1:100.000, és a dir, que la probabilitat és d'1 persona que desenvolupi un càncer en una població de 100.000 habitants durant el seu període de vida.

- Els **metalls pesants** també es bioacumulen i es biomagnifiquen al llarg de la cadena tròfica i poden provocar, per exemple, nàusees, defalliment i fatiga en el cas del zinc o danys renals i hepàtics i càncer en el cas del plom.

Els efectes tòxics més greus es manifesten doncs, després de repetides exposicions al petroli durant un llarg període de temps. En el cas d'un vessament, en canvi, el contacte amb el fuel és a curt termini. Per tant, **l'efecte del *Prestige* sobre les persones exposades** (població del *Concello* de Carnota, voluntaris, professionals, etc.) segons les dades disponibles és **petit**, limitant-se a altres com **síntomes aguts** com mal d'esquena, de cap, dificultats respiratòries i similars. Cal remarcar però, l'escassetat d'estudis realitzats per avaluar els efectes sobre la salut humana, en especial els efectes crònics. Arran del *Prestige*, el Ministerio de Sanidad y Consumo y la Sociedad Española de Neumología y Cirugía Torácica han iniciat estudis epidemiològics a llarg termini per dilucidar els efectes sobre la reproducció, la mortalitat a mig i llarg termini en la població en general i els efectes crònics al sector professional marí. Caldrà esperar diversos anys per conèixer les veritables conseqüències de l'accident sobre la població resident a Carnota.

## Impactes socioeconòmics

La proximitat física de l'accident del *Prestige*, a poques milles de la costa, juntament amb altres característiques econòmiques i socials d'aquesta zona:

- elevada dependència del sector pesquer
- poca activitat industrial
- sector serveis molt poc desenvolupat
- fort declivi demogràfic
- absència d'infraestructures de comunicació
- espai natural de gran valor ecològic

determinen que la marea negra pugui aguditzar la crisi en que es veu immersa aquesta zona. El *Concello* de Carnota, i per extensió tota la *Costa da Morte*, ja presentaven comparativament una situació de relativa inferioritat respecte a la resta del litoral gallec en quasi tots els indicadors socioeconòmics, de manera que **els efectes de la marea negra poden ser a mig termini (i potser a llarg termini) molt més negatius que a les altres àrees de la costa.**



– Els potencials **impactes econòmics** principals al *Concello* de Carnota són:

- L'**extrema dependència en el del sector primari** per a la subsistència de la població local i la manca de diversificació del teixit productiu permeten explicar perquè el *Concello* de Carnota és un dels epicentres dels impactes econòmics de la marea negra.

- Màxima afectació en **danyos econòmics directes**: conseqüències sobre els col·lectius que viuen directament dels recursos danyats. Pertanyen a aquest grup els sectors extractiu (pesca, marisc...) i turístic (restauració, hotels, acampada ...).

- **Inactivitat total de pescadors i mariscadors** des del 22 de novembre de 2002 fins a l'1 de juliol de 2003 i el 8 d'octubre de 2003 respectivament, temps durant el qual van rebre les ajudes a fons perdut procedents de l'Estat regulades pel Real/Decreto-Ley 7/2002 de 22 de novembre.

- Increment dels fons econòmics dels plans d'ajuda estatal (*Plan Galicia 2003*) i autonòmic (*Plan de Dinamización Económica-Plan Galicia de la Xunta de Galicia*) per a fer front a les conseqüències ambientals, econòmiques i socials. Es preveuen programes genèrics de promoció i projectes específics de dinamització industrial a tota la zona de la *Costa da Morte*, amb una inversió per al període 2003-2006 de 50,5 milions € repartits en 10 parcs empresarials.

– Dels **impactes socials** cal destacar el ressò mediàtic del desastre els dies immediatament posteriors a l'accident, la modificació del marc jurídic preventiu i d'altres mesures no jurídiques amb finalitats de millora, tot disminuint el nombre d'accidents de vaixells amb mercaderies perilloses; i l'increment de l'emigració dels sectors de la població l'activitat econòmica dels quals depèn, directament o indirectament, dels recursos marins.

Però si d'una catàstrofe ecològica com la que ens ocupa es pot treure una lliçó positiva aquesta és, sens dubte, la de la **resposta ciutadana** de solidaritat envers els afectats pel vessament (veieu figures 1.10 i 1.11). El moviment social que es va engegar des del primer dia de l'accident del petrolier *Prestige* representa la cara més humana i emotiva d'aquesta fatídica història. Milers de voluntaris de tota la geografia espanyola i mundial es van apropar al litoral gal·lec afectat, en especial als municipis de Carnota i Muxia, que es convertiren en els protagonistes dels diaris i telenotícies d'aquells dies. El *Concello* de Carnota és el que ha comtat amb major nombre de voluntaris per a la neteja del *chapapote* de les platges, i des d'on es van dirigir tasques organitzatives, coordinadores i de representació del voluntariat actiu de Galícia. Actualment, després d'uns dos anys de la catàstrofe, segueixen arribant voluntaris de cap de setmana a Lariño (Carnota) que es subvencionen autònomament i que actuen coordinats per l'organització *Voluntario Libre* (voluntariolibre@yahoo.es).

Figura 1.10:  
Esquerra: Platja amb fuel.  
Foto: Josep Torrent.



Dreta: Platja de Simprón  
(*Concello* de Carnota).  
Font: elaboració pròpia,  
desembre del 2003.



Figura 1.11:  
Esquerra: Voluntaris de  
la Universitat Autònoma  
de Barcelona treballant a  
les platges de Carnota.  
Font: Elaboració pròpia.



Dreta: Manifestació per  
un *Nunca Mais*.  
Foto: Voluntaris UAB i  
UPC.



## 2. ELS INDICADORS LOCALS COM A EINA D'AVALUACIÓ D'IMPACTE AMBIENTAL

En aquest capítol 2 es desenvolupa el marc teòric sobre els indicadors: es parla del seu origen, del concepte d'indicador, les característiques òptimes d'aquests per assolir uns determinats objectius, els criteris que determinen la selecció d'un indicador o d'un altre, les seves aplicacions i limitacions i les classificacions dels indicadors segons els organismes més significatius.

### 2.1 Origen dels indicadors locals: l'Agenda 21

L'aparició dels indicadors ambientals locals és molt recent. El seus antecedents neixen l'any 1972 en l'informe del Club de Roma “*Els límits del creixement*”, on s'advertia de l'esgotament dels recursos naturals de la terra i els límits de la seva capacitat, amb un **enfocament quantitatiu** per abordar les problemàtiques que planteja. Aquest informe del Club de Roma va ser una de les primeres apostes per avaluar no només de forma qualitativa l'estat ambiental del moment.

En aquest marc, l'any 1987, la Comissió Mundial en Medi Ambient i Desenvolupament de les Nacions Unides (Comissió Brundtland) publica l'informe “*El nostre futur comú*”, més conegut com Informe Brundtland, on s'empra per primer cop el terme “*desenvolupament sostenible*” i s'adverteix de la necessitat d'**eines per mesurar** aquest progrés.

El concepte de desenvolupament sostenible es difon ràpidament a partir de la Conferència de les Nacions Unides sobre Medi Ambient i Desenvolupament (CNUMAD), més coneguda com la Cimera de Rio, l'any 1992. Un dels resultats d'aquest esdeveniment és l'informe sobre l'Agenda 21, que centra el seu capítol 28 en l'àmbit local. Des de la Cimera de Rio es succeeixen, en l'àmbit europeu, la **Carta d'Aalborg** (1994), que emplaça les autoritats locals a preparar plans d'acció locals amb objectius de sostenibilitat, així com a fer un seguiment dels processos realitzats mitjançant l'**ús d'indicadors**. El **Pla d'Acció de Lisboa**, resultat de la Cimera Europea de Ciutats Sostenibles de 1996 esmenta també els **indicadors** com a **eina per avaluar** l'estat actual dels municipis. Per últim, la Comissió Europea, en la Comunicació Marc d'actuació per al desenvolupament urbà sostenible a la Unió Europea (1998 COM (98)605), remarca la vital importància d'avaluar les actuacions en favor de la sostenibilitat, així com la necessitat d'indagar metodologies que permetin avaluar la implementació dels Plans Locals. Recentment s'ha celebrat Aalborg+10 (2004) per avaluar l'estat de les polítiques de sostenibilitat en els municipis Europeus.

L'Agenda 21 Local és, per tant, un instrument emprat per les autoritats locals, en associació amb tots els sectors de la comunitat, per a la preparació dels Plans d'Acció en favor de la sostenibilitat local. Per valorar els avenços d'aquests plans s'empren sistemes d'indicadors que avaluen diferents aspectes ambientals, socials i econòmics, fent una avaluació transversal i integrada dels resultats.

Els **indicadors locals d'impacte ambiental del vessament de petroli** (els **ILIAM-PETROL**), s'han investigat per avaluar l'impacte del *Prestige* a Carnota. No formen part de forma directa d'una Agenda 21, però en essència tindran la mateixa **finalitat**:

*mesurar, predominantment de forma quantitativa, els progressos temporals d'aspectes relacionats amb una problemàtica local, per saber si aquesta evolució és la desitjada des d'una perspectiva ambiental.*

### 2.2 Característiques i objectius dels indicadors ambientals

L'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE), defineix un indicador ambiental com:

*tota variable que ha estat socialment dotada d'un significat afegit al derivat de la seva configuració científica, amb la finalitat de reflectir de forma sintètica una preocupació social respecte al medi ambient, i inserida correctament en un procés de presa de decisions.*

## Característiques dels indicadors

Els indicadors ambientals monitoren, informen i avaluen vectors de les realitats del medi natural (aspectes relacionats amb la urbanització, el model territorial, els recursos naturals, etc.) i medi humà (paràmetres lligats a l'economia, com la distribució dels recursos, o socials, com el grau de benestar). A banda d'haver establert la **tendència desitjada**, un bon indicador local ha de posseir les característiques següents:

- ha de ser **quantificable**,
- poder **mesurar-se de forma homogènia** al llarg del temps mostrant una tendència, per tal que es pugui comparar amb els objectius establerts. De vegades, la situació inicial és molt menys rellevant que la tendència observada, sobretot quan es pretén comparar el comportament de l'indicador en dos llocs diferents on les especificitats locals imposen situacions de partida distintes,
- ha de ser **representatiu** de l'aspecte que es vol mesurar,
- basar-se en dades **fàcils de recercar**,
- de **baix cost** i
- la **interpretació dels resultats** ha de ser possible de forma **clara** i sense ambigüitats.

## Criteris de selecció dels indicadors

Per a que el sistema d'indicadors sigui metodològicament correcte, s'acostuma a validar cada indicador amb una sèrie de criteris de selecció. Aquests criteris actuen de filtre del conjunt d'indicadors, amb l'objectiu de quedar-nos només amb els més adequats en virtut de les especificitats del sistema, i dotant-los de la major qualitat estadística i científica possible. Els **criteris de selecció** tradicionalment més destacats en la literatura consultada són:

- la **validesa científica** de l'indicador, basat en un coneixement científic consistent del sistema objecte d'estudi, amb dades i estàndards de qualitat disponibles, mètodes de mesura homologats i factibles temporalment i financerament,
- la **comprensibilitat**, senzillesa i claretat de significat que faciliti la comprensió per als no experts,
- la **capacitat de selecció** dels problemes ambientals més rellevants per a la prioritat d'accions de millora,
- la **mesurabilitat**, i per tant la possibilitat d'enregistrar els resultats quantitativament, la qual cosa facilita la seva interpretació,
- la **frequència de mesura**, ja que s'assegura un bon seguiment del procés i la possibilitat de comparar constantment els resultats obtinguts,
- la **sensibilitat** front als canvis del medi o de les activitats humanes relacionades amb aquest, preferiblement a curt termini. En principi, les variables d'estudi han de patir canvis temporals i, de fet, un indicador que es mantingués constant en el temps no indicaria res,
- la **comparabilitat** interterritorial, presentant l'indicador de forma que la permeti, alhora que estigui adaptat al sistema d'estudi, i
- la **capacitat de ser modificats**, en cas que precisi d'actualització o no s'adapti exactament a allò que volem mesurar.

Existeixen altres criteris per al disseny d'un sistema d'indicadors, però tots ells estan relacionats amb el manteniment de la congruència del seu seguiment al llarg del temps.

## Limitacions dels indicadors

Malgrat les seves múltiples aplicacions, els indicadors ambientals també tenen **limitacions**:

- Moltes vegades no ens informen de totes les variables presents en un procés i ens ofereixen una **representació** esbiaixada i **simplista** de les condicions existents en el sistema, deixant



d'indicar tendències o esdeveniments. Per això és important interpretar-les correctament. Així per exemple, si la nostra temperatura corporal és normal no necessàriament hem d'estar sans, però si la temperatura és elevada podem estar segurs que alguna cosa no marxa bé.

- La **selecció** pot ser **subjectiva**, de manera que es prioritzen uns aspectes en front d'uns altres.

- Han de seleccionar-se després d'un **treball previ** de diagnosi i identificació de problemes i les respectives causes, ja que han de quedar reflectides les peculiaritats de cada àmbit d'aplicació.

- El **procés** de selecció, elaboració i seguiment és **complex**.

- El **disseny** i seguiment és normalment **poc** transparent i **participatiu**, quan haurien d'adoptar-se amb un compromís social i polític seriós.

- **No** són instruments massa **efectius** per a l'**avaluació** real de la **qualitat ambiental**, pel que es fa necessari l'ús d'altres mètodes addicionals com les avaluacions d'impacte ambiental, les auditories, les diagnosis, etc.

### Finalitats dels indicadors

Els indicadors ambientals s'empren amb tres tipus de **finalitats**:

#### 1. Informatives

- facilitant informació objectiva sobre problemes ambientals a les autoritats responsables per a que valorin la seva gravetat o no i actuïn en conseqüència, i

- informant i sensibilitzant als ciutadans sobre l'estat del medi ambient i dels plans d'acció engegats.

#### 2. Científiques

- per tal de conèixer l'estat actual del medi ambient i realitzar un seguiment dels efectes de les mesures d'actuació aplicades.

#### 3. Polítiques

- ajuden en el procés d'elaboració de les polítiques ambientals i en la fixació de prioritats d'actuació, alhora que identifiquen els factors clau que provoquen pressions sobre el medi ambient, i

- avaluen el grau de satisfacció de les decisions preses.

## 2.3 Tipus d'indicadors ambientals

La paraula **AMBIENTAL** és un adjectiu intencionadament ampli. Integra tant el **medi natural** (plantes, animals...) com el **medi humà** (característiques socioeconòmiques, polítiques i culturals) així com les **interrelacions** mútues.

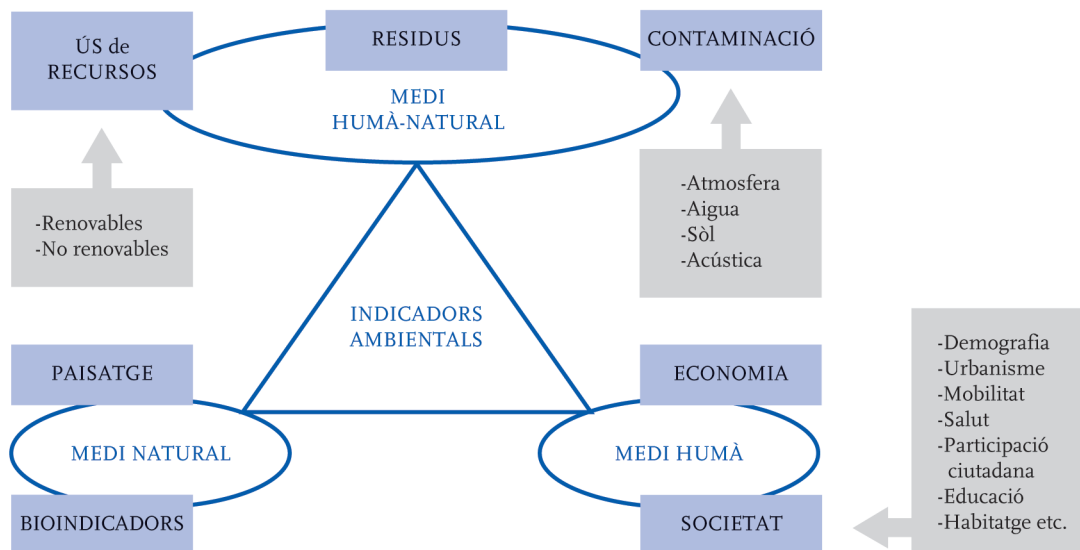
Partint d'aquest fet, els indicadors ambientals ens informen doncs del medi natural, del medi humà o de l'associació entre ambdós, tot i que aquests límits establerts per sistematitzar l'estudi són en realitat molt més difosos. La figura 2.1 mostra esquemàticament els principals tipus d'indicadors ambientals, que tot seguit són descrits.

### Indicadors de medi humà

Existeixen múltiples variables emprades com a indicadors d'impacte ambiental que fan referència al medi humà. En funció de l'esfera a la qual pertanyen es classifiquen en:

- 1. **Econòmics**: aporten informació sobre canvis en el valor tant dels béns i recursos comercials com dels serveis ambientals o recreatius no comercials (on s'inclouen els beneficis o pèrdues paisatgístiques i recreatives per a la població i els valors culturals i naturals que proporcionen el patrimoni natural).

Figura 2.1:  
Tipus d'indicadors ambientals segons la incidència al medi humà, al natural o a la relació entre els dos.



Font: elaboració pròpia

Podem distingir dos tipus d'impactes econòmics:

- **Directes**, i fàcilment quantificables, com les tasques de neteja o el cessament de l'extracció pesquera després d'un vessament de petroli.
- **Indirectes**, més difícils de quantificar, com els danys que el vessament provoca als sectors de transformació, transport i comercialització, així com els relatius al patrimoni natural danyat.

Fins a l'actualitat, la majoria de les Agendes 21 Locals (A21) inclouen només indicadors de béns i serveis comercials.

**2. Socials:** s'inclouen tots els indicadors de medi humà no econòmics: aspectes socials, polítics i culturals, com per exemple indicadors:

- Demogràfics
- Sobre la salut
- Sobre l'habitatge
- Sobre els serveis i equipaments socials
- Socioculturals i de cohesió.

Les variables d'estimació d'impacte demogràfic estimen els canvis en la població tant temporals com permanents, així com la seva composició (edat, gènere, mida familiar) i característiques socioeconòmiques (com la procedència geogràfica o el nivell de renda).

A partir de les prediccions demogràfiques es solen realitzar estimacions de demanda d'habitatge, on es poden incloure aspectes com el canvi en la composició social d'un barri.

Com a conseqüència dels indicadors demogràfics i de demanda d'habitatge, també es pot predir la demanda de serveis i equipaments socials: noves places escolars, serveis sanitaris, serveis culturals o espais recreatius, entre d'altres. Fins i tot respecte a la cohesió social o de comunitat: s'observen els canvis previsibles (d'enfortiment o de pèrdua) en la percepció i sentiment de pertinença a un grup, els canvis en el significat de l'entorn, de l'estil de vida, i s'anticipen els conflictes que es podrien donar.

L'experiència acumulada en les A21 locals mostra una gran riquesa en la variabilitat d'indicadors socials utilitzats.

## Indicadors de medi natural

Els indicadors **ecològics**, o de medi natural, proporcionen informació dels canvis dels ecosistemes naturals, que són el conjunt de la biocenosis i el seu biotop.

Els indicadors ecològics es divideixen en dos grans grups:

**1. Paisatgístics:** mesuren la superfície de cada tipus de paisatge (ha, km<sup>2</sup>...) i la proporció que representen respecte al total en una determinada escala espacial (%total).

Es tracta d'un indicador molt present en les A2I Locals, gràcies a la relativa facilitat d'obtenció i actualització de les dades. Són freqüents indicadors com *superfície de sòl agrícola, forestal, protegit, urbanitzat*, etc.

**2. Biològics** (o de biodiversitat o **bioindicadors**): es classifiquen en dos grans grups segons la possibilitat de mesura:

• **Bioindicadors en sentit estricte:** aquells que amb la seva presència/absència i abundància indiquen els efectes d'un factor ambiental de forma qualitativa. Poden ser positius (si estan presents) o negatius (absents). Són espècies generalment estenoiques per allò que es mesura.

Exemple bioindicador positiu: plantes en zones amb molts metalls

Exemple bioindicador negatiu: líquens a la ciutat

• **Biomonitors:** espècies que indiquen la presència de contaminants de forma quantitativa, ja que les seves reaccions són d'alguna manera proporcionals al grau de contaminació o pertorbació provocada per la contaminació o bé perquè acumulen aquesta contaminació i es pot mesurar. Són espècies eurioiques per allò que es mesura.

Els indicadors biològics proporcionen informació de les condicions del seu hàbitat (clima, sòl, temperatura, pol·lució, etc.) a partir de diferents mecanismes (veieu la taula 2.1).

Taula 2.1:

Mecanismes d'informació dels bioindicadors.

Mecanismes informatius dels bioindicadors
<ul style="list-style-type: none"><li>• bioassaig</li><li>• concentració de contaminants als organismes</li><li>• presència/absència d'una espècie sensible o d'una espècie que requereix cert grau de contaminació</li><li>• abundància/fertilitat/mobilitat d'una espècie</li><li>• nombre d'espècies presents de grups determinats</li><li>• índexs basats en la presència/abundància de les espècies o grups ponderats per llur sensibilitat a la contaminació</li><li>• predictors ambientals a partir del punt anterior</li></ul>

Font: Elaboració pròpia a partir de Rodrigo A., 2003.

Els indicadors biològics tenen una gran utilitat. Algunes de les aplicacions més usals s'enumeren a la taula 2.2.

Malauradament, no tots els organismes funcionen com a bioindicadors, sinó que han de reunir una sèrie de requisits (veieu la taula 2.3).

Taula 2.2:

Funcions dels bioindicadors.

Utilitats dels bioindicadors
<ul style="list-style-type: none"><li>• reflecteixen el complex efecte de tots els factors ambientals en tot el medi</li><li>• eviten la tasca de fer mesures físiques o anàlisis químiques que sovint requereixen de més temps, tècniques, aparells, personal qualificat i que, moltes vegades, no estan disponibles en el lloc on vols treballar. Els bioindicadors són més senzills d'analitzar i molt més econòmics</li><li>• és relativament senzill poder obtenir mesures a nivell regional ampli</li><li>• mostren els efectes sobre els éssers vius i la potencial perillositat sobre el medi i sobre la salut humana</li><li>• ajuden a localitzar les zones de l'ecosistema on les matèries tòxiques i contaminants s'acumulen</li><li>• permeten veure l'efecte acumulatiu d'una contaminació crònica, és a dir, els bioindicadors acumulen l'efecte d'un contaminant abans de començar el monitoratge</li></ul>

Font: Elaboració pròpia a partir de Rodrigo A., 2003.

Taula 2.3:  
Característiques òptimes dels bioindicadors.

Característiques òptimes dels bioindicadors
<ul style="list-style-type: none"><li>• abundants a la zona d'estudi</li><li>• distribució àmplia. Es necessari considerar en quina zona de la distribució s'està treballant</li><li>• fàcil d'identificar i de trobar</li><li>• cicle de vida llarg</li><li>• en cas de bioindicadors que siguin especialment sensibles a allò que estem mesurant, el més estenoics possibles al nostre factor i el més eurioics per a la resta</li><li>• en cas de biomonitoris (especialment per acumulació), que no emprin el contaminant o els seus metabòlits</li></ul>

Font: Elaboració pròpia a partir de Rodrigo A., 2003.

En moltes ocasions es tendeix a reduir el concepte de bioindicador, aplicant-se només a nivell d'organisme i espècie i es deixa de banda el nivell de comunitat. L'ús de les comunitats com a bioindicadors es basa en el reconeixement de les variacions que es donen en la composició i estructura de les comunitats com a conseqüència d'un impacte ambiental, així com en aspectes de la dinàmica de les poblacions, especialment relatius a la colonització i successió. Les comunitats d'algues són un bon exemple de bioindicadors de contaminació marina.

Aquest fet que s'acaba d'explicar es reflexa en les A21 locals. Són freqüents indicadors biològics centrats en la composició específica d'ocells, peixos o mamífers d'un determinat lloc, però no s'apliquen a les comunitats, segurament per la complexitat en la recollida i interpretació de les dades.

### Indicadors de relació medi humà-medi natural

S'inclouen en aquesta categoria els indicadors que reflecteixen la interacció de l'ésser humà i les seves pautes organitzatives amb l'entorn natural.

Aquests indicadors fan referència a:

1. **Ús de recursos** renovables i no renovables. Són habituals a les A21 locals indicadors referits al consum de recursos com l'aigua i l'energia.

2. **Residus**: fan referència a múltiples característiques dels residus produïts, com el volum o el pes total de les deixalles generades, les proporcions segons la composició (vidre, plàstic, paper, etc.), el tipus de tractament i el destí final, etc. Es tracta d'un tema sempre present en les A21, fins i tot mesurat amb més d'un indicador.

3. **Contaminació**: variables que tenen com a finalitat mesurar l'augment en la concentració de matèria o energia generada per l'activitat humana que degrada una comunitat biòtica o el seu ambient abiòtic.

Exemples d'indicadors de contaminació, en funció del compartiment de difusió:

- **Atmosfera**: emissions de diòxid de carboni.
- **Aigua**: índexs físico-químics de qualitat de l'aigua (ISQA).
- **Sòl**: superfície de sòl contaminat.
- **Acústica**: percentatge de gent afectada per nivells de soroll superiors a un determinat nombre de decibels.

Aquests estan presents de manera assídua en les A21 locals, moltes vegades a través de varis indicadors.

## 2.4 Classificació dels indicadors ambientals

La diversitat i flexibilitat dels indicadors ambientals existents i els seus múltiples àmbits d'aplicació permeten classificar-los de varies maneres, en funció de quina sigui la característica de l'indicador que volem ressaltar.

Les classificacions utilitzades amb més assiduitat es descriuen a continuació.

### ***I. Classificació de l'Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement***

#### **I. Segons abast:**

- **Indicadors generals:** aquells que donen informació sobre la globalitat del sistema estudiat.
- **Indicadors temàtics:** aquells que donen informació sobre aspectes sectorials del sistema estudiat.

#### **II. Segons aplicació:**

- **Indicadors retrospectius:** útils en l'avaluació.
- **Indicadors prospectius:** útils en la gestió.

### ***2. Classificació del Consell Internacional per a les Iniciatives Locals Ambientals (ICLEI)***

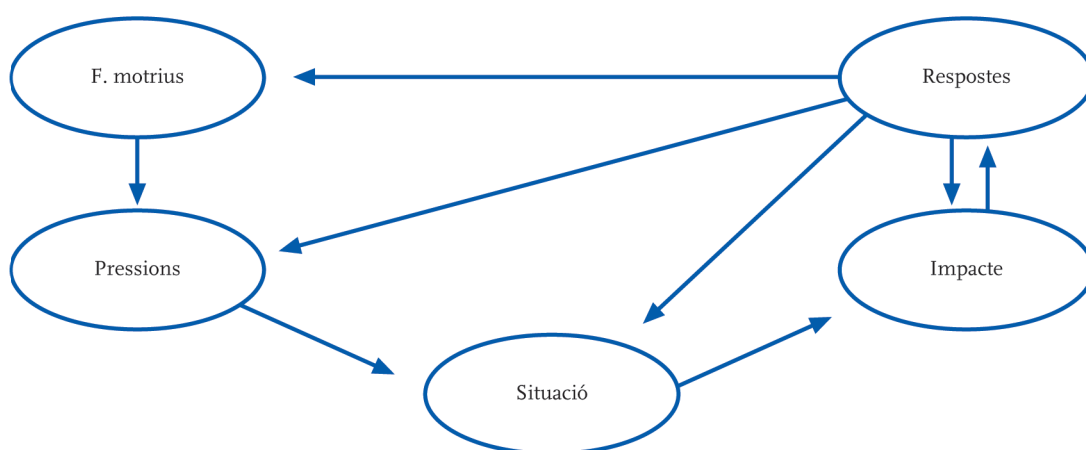
- **Indicadors d'esforç:** avaluen el grau en que una comunitat actua vers la sostenibilitat.
- **Indicadors de progrés:** avaluen l'avanç real vers la sostenibilitat.

### ***3. Classificació de l'Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic (OCDE)***

La OCDE ha adoptat el denominat model FPSIR (Força motriu, Pressió, Situació, Impacte, Resposta), també conegut com FPER (Força motriu, Pressió, Estat, Resposta) o PER (Pressió, Estat, Resposta).

A la figura 2.2 es representen les relacions entre les variables FPSIR, útils per avaluar els problemes ambientals. D'acord amb aquesta anàlisi de sistemes, l'evolució econòmica i social (**força motriu**) exerceix **pressió** sobre el medi ambient i, en conseqüència, canvia la **situació** d'aquest i es reflecteix en les condicions adequades per a la salut, la disponibilitat de recursos i la biodiversitat. Finalment, això produeix un **impacte** sobre la salut humana, els ecosistemes i els materials, i és possible que generi una **resposta** social que actuï sobre les forces motrius o directament sobre l'estat dels impactes, mitjançant una adaptació o acció terapèutica.

Figura 2.2:  
Marc FPSIR per analitzar disfuncions ambientals.



Font: Agència Europea de Medi Ambient, 1999

- **Indicadors de forces motrius:** descriuen les tendències socials, demogràfiques i econòmiques de les societats i els corresponents canvis dels seus estils de vida i de les pautes globals de consum i de producció. Les principals forces motrius són el creixement demogràfic i l'evolució de les necessitats i activitats de les persones.

- **Indicadors de pressió:** descriuen els impactes exercits, tant directament com indirectament, per les activitats humanes sobre el medi ambient. Afecten tant a la qualitat com a la quantitat dels recursos naturals. Un exemple són les emissions de CO<sub>2</sub> per sector.

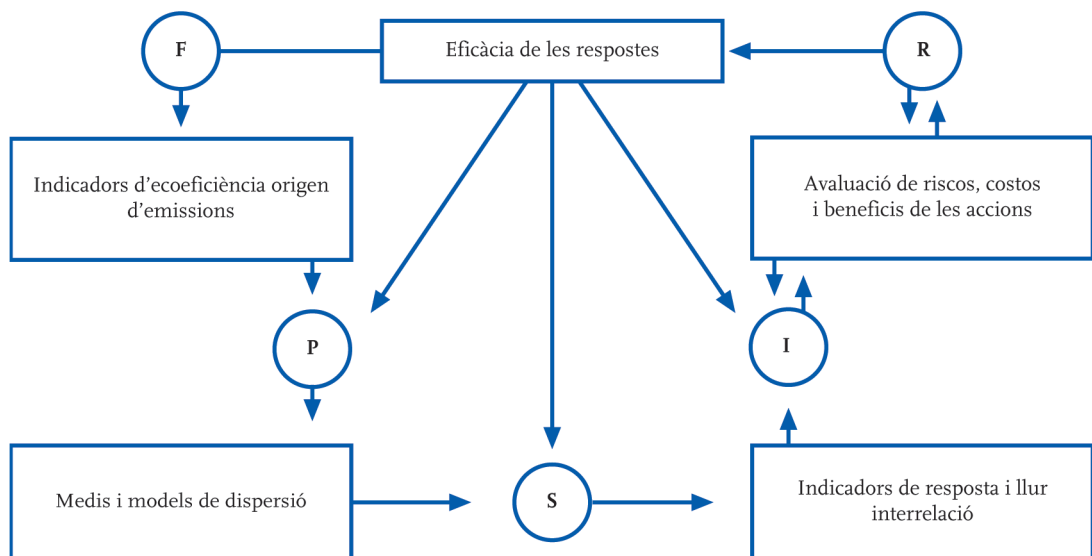
- **Indicadors de situació:** mostren la qualitat del medi ambient i dels recursos naturals. Són indicadors que han de donar una visió conjunta de la situació del medi ambient i de llur evolució i no de les pressions que s'exerceix sobre ell. Per exemple, l'estat de la flora i de la fauna.

- **Indicadors d'impacte:** descriuen les repercussions causades per les pressions sobre el medi ambient. Per exemple, la quantitat d'aus "petrolejades" per un vessament de petroli.

- **Indicadors de resposta:** indiquen en què mesura reacciona la societat (institucions, administracions, col·lectius, sectors econòmics, etc.) als canvis ambientals i les preocupacions per aquests. Entenem per resposta de la societat les accions individuals o col·lectives que tenen per objectiu evitar, atenuar o corregir les repercussions negatives sobre el medi ambient degudes a les activitats humanes. La quantitat relativa d'automòbils amb convertidors catalítics és un indicador de resposta.

El marc FPSIR és d'utilitat per a descriure les relacions entre els orígens i les conseqüències dels problemes ambientals, però, per a comprendre la seva dinàmica, també resulta útil concentrar-se en els vincles entre els elements FPSIR, esquematitzats a la figura 2.3.

Figura 2.3:  
Indicadors i informació que connecten els elements FPSIR.



Font: Agència Europea de Medi Ambient, 1999

#### 4. Classificació de l'Agència Europea de Medi Ambient (EEA)

##### I. Model/flux/qualitat

- **Indicadors de model:** els indicadors de model municipal descriuen processos o fenòmens d'incidència multifactorial i es relacionen directament amb el model bàsic municipal. Per exemple, l'adequació de la planificació a la singularitat ecològica del territori.

- **Indicadors de flux:** els indicadors de flux municipal aborden cicles de matèria i energia des del punt de vista de la seva producció, distribució, tractament i reutilització. Per exemple, la utilització de les aigües depurades.

- **Indicadors de qualitat:** els indicadors de qualitat ambiental municipal són aquells que es refereixen a les condicions finals del medi municipal, com per exemple, la concentració ambiental de contaminants atmosfèrics.

## II. Descriptiu/de resultat/d'eficiència/d'efectivitat política

- **Indicadors descriptius:** responen a la pregunta *Què és el que ens està passant al medi ambient i als éssers humans?*

Es basen en el marc FPSIR i descriuen la situació real dels principals problemes ambientals respecte als nivells geogràfics en els que es manifesten. Reflecteixen tendències, però no estan relacionats amb un objectiu polític concret. No obstant, els objectius qualitatius d'aquests indicadors ("augmentar...", "estabilitzar...") poden incloure's en les polítiques mediambientals.

- **Indicadors de resultat:** responen a la pregunta *Té importància?*

Comparen les condicions reals amb un conjunt determinat de condicions de referència. Inclouen o estan vinculats a objectius i permeten realitzar una avaluació precisa dels progressos realitzats vers la consecució d'aquests objectius.

- **Indicadors d'eficiència:** responen a la pregunta *Estem millorant?*

Reflecteixen l'eficiència dels productes i processos respecte als recursos consumits, les emissions i els residus generats per unitat de producte obtingut.

- **Indicadors d'efectivitat política:** responen a la pregunta *Són eficaces les respostes polítiques?*

Mostren l'efecte de les mesures polítiques i els desenvolupaments estructurals.

### 3. METODOLOGIA DE DEFINICIONS DELS INDICADORS LOCALS D'IMPACTE AMBIENTAL A MIG TERMINI DE VESSAMENT DE PETROLI (ILIAM-PETROL)

En aquest capítol 3 s'aborda la metodologia de definició dels ILIAM-PETROL, és a dir, del sistema d'indicadors per al seguiment local i a mig i llarg termini dels impactes de vessaments petrolers. Al punt 3.2 s'ordenen cronològicament les successives etapes de treball. Al punt 3.3 es descriu la metodologia de selecció dels ILIAM-PETROL, i finalment, al punt 3.4 es presenta el sistema d'indicadors confeccionat per al *Concello* de Carnota.

#### 3.1 Marc global d'elaboració dels ILIAM-PETROL

El procés d'elaboració de la proposta d'un conjunt d'indicadors per al seguiment a mig i llarg termini de l'impacte, en l'entorn local, del vessament de derivats de petroli i la seva aplicació pilot al *Concello* de Carnota, s'ha acotat els tres anys després de l'accident del *Prestige*.

El desenvolupament d'aquesta metodologia, definida pel treball en successives etapes, ha estat un procés laboriós, per la *inexistència prèvia de sistemes d'indicadors en municipis per avaluar els impactes d'accidents de petrolers a l'àmbit local a mig i llarg termini*.

Aquest procés està constituït per fases de **recerca** documental sobre els indicadors (veieu capítol 2) així com d'experiències prèvies d'aplicació que poguessin ser extrapolables a un sistema local afectat per un vessament. L'estudi es va completar amb documentació sobre l'accident i els impactes derivats a Galícia i especialment al *Concello* de Carnota, presentats en el capítol 1. Altres fases, en canvi, han estat fonamentalment de **treball experimental de camp**, on la prospecció *in situ* i les aportacions d'experts i d'altres agents socials implicats han permès dotar el sistema de major rigorisme.

La selecció dels ILIAM-PETROL ha estat acotada per quatre criteris bàsics:

- **Àmbit territorial local.** Vàlids en l'àmbit local, en aquest cas el *Concello* de Carnota, que és el municipi pilot seleccionat per l'aplicació i validació del sistema creat, però **extrapolable** a altres municipis que es puguin veure afectats per una marea negra,

- **Temporalitat a mig i llarg termini.** Vàlids a mig i llarg termini, és a dir, que proporcionin informació útil de l'impacte del vessament a mig i llarg termini. En el cas del projecte pilot al *Concello* de Carnota, durant el període de seguiment d'octubre de 2003 a juliol de 2005.

- **Baix cost.** De baix cost econòmic, assumibles per l'administració local

- **No complexos.** Operatius i aplicables des d'una administració local petita o mitjana.

A continuació es detallen els passos del procés en el temps.

#### 3.2 Procés de selecció dels ILIAM-PETROL

##### Fase inicial: presa de contacte

Durant aquesta fase es va procedir a una tasca de documentació i recopilació d'informació específica relacionada amb la catàstrofe ambiental produïda per l'accident del *Prestige* en aigües gallegues, mitjançant la consulta de pàgines web, llibres i revistes especialitzats, articles científics, etc. La recollida d'informació es centra en tres temàtiques: els accidents petrolers històrics i l'accident del *Prestige*, els impactes ambientals del vessament a Galícia i Carnota, classificant-los en ecològics, sanitaris i socioeconòmics i els precedents en l'ús d'indicadors, estudiant què són, d'on provenen, quina és la seva funció o les finalitats amb les que s'han emprat fins a l'actualitat.



### Fase de proposta de sistema d'indicadors

Aquesta fase, prèvia al treball prospectiu, està constituïda per tres parts: una preselecció inicial de 59 indicadors provisionals, la primera selecció multicriterial de 12 d'aquests 59 i la realització de les fitxes metodològiques de seguiment dels mateixos.

- La preselecció de 59 indicadors per al *Concello* de Carnota (que anomenarem **preindicadors** al llarg d'aquest document), és fruit de l'estudi generalitzat de possibles indicadors ambientals sorgits de l'anàlisi de la *fase inicial: presa de contacte*.

- La selecció dels primers 12 **indicadors** més idonis per al *Concello* de Carnota es realitza a través d'una **anàlisi multicriteri**, en la qual s'ordenen els preindicadors candidats per ordre de preferència segons uns criteris d'avaluació. Aquesta anàlisi es porta a terme aplicant una matriu multicriteri als preindicadors i estudiant cada un d'ells acuradament.

- Posteriorment es confecciona el format de les **fitxes metodològiques per al seguiment dels indicadors** seleccionats. Aquestes fitxes són l'element essencial per poder establir, al final del període de seguiment, quin ha estat l'impacte del vessament a mig termini. Cada un dels indicadors finals disposen de la seva fitxa metodològica (capítol 4), de manera que es recull la informació bàsica sobre el càlcul de l'indicador i la seva font d'informació, a la vegada que s'estableix la tendència futura desitjada i es representa l'evolució en els darrers temps.

### Fase de confirmació del sistema d'indicadors

Durant aquesta fase es procedeix al treball de camp i a la consulta d'experts i d'altres actors implicats en cadascuna de les temàtiques mediambientals reflectides als indicadors seleccionats, amb la finalitat de confirmar la seva validesa a la pràctica. En aquesta fase es recolliren mostres per analitzar, es consultà amb associacions ecologistes gallegues, amb experts de la Universitat de Santiago de Compostela i de la Universitat Autònoma de Barcelona o amb professionals del sector pesquer de Carnota. El resultat de tot aquest treball de prospecció és la variació en la llista dels indicadors que havien estat seleccionats: alguns es mantenen sense esmenes, però la majoria pateixen alguna modificació o fins i tot queden descartats; alhora, també es reincorporen de nou preindicadors de la matriu multicriteri que inicialment s'havien refusat. Tot això porta a la selecció definitiva de **16 indicadors ambientals de seguiment**. És important considerar que aquest sistema d'indicadors que es presenta no és un sistema tancat, sinó adaptable a les necessitats que es derivin per a un correcte seguiment de l'impacte.

### Fase de diagnòsis successives

Un cop elaborat els ILIAM-PETROL per al *Concello* de Carnota, es preparen les diagnòsis amb la informació obtinguda durant el treball prospectiu de cada campanya. El present document recull les diagnòsis de les dues primeres fases del seguiment.

### Fase final: interpretació dels resultats i conclusions

Un cop realitzades les campanyes semestral de evolució dels indicadors es podran analitzar detalladament els resultats i extreure conclusions, centrades en l'anàlisi individual de cada indicador però també en l'estudi global del sistema, i es podran integrar les conclusions dels indicadors ecològics, sanitaris i socioeconòmics. Així es dilucidarà quin ha estat l'impacte ambiental del *Prestige* al *Concello* de Carnota.

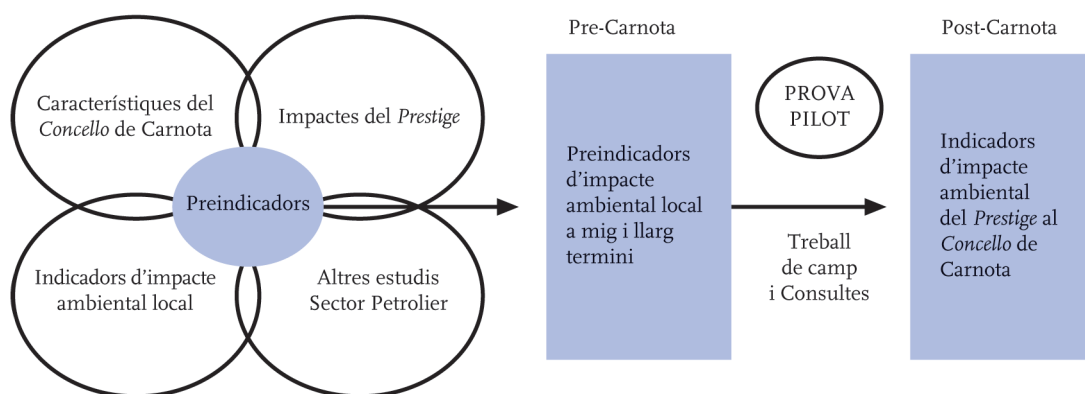
## 3.3 Disseny de la proposta dels ILIAM-PETROL

### Els indicadors candidats o preindicadors

Els preindicadors proposats per al seguiment a mig termini de l'impacte de l'accident del *Prestige* a Carnota s'han basat en l'estudi de les característiques del *Concello*, dels impactes derivats de l'accident del *Prestige*, del funcionament i aplicacions dels indicadors locals i d'altres

estudis ecològics, sanitaris i socioeconòmics aliens al *Prestige* i als accidents petrolers que han estat consultats previamente a la definició d'alguns preindicadors. A més, tots ells s'han validat i en cas necessari modificat posteriorment a Carnota, el municipi pilot, durant la fase de treball prospectiu. Així doncs, integrant la informació d'aquests cinc camps i treballant en l'espai conceptual on conflueixen, s'ha establert el conjunt d'indicadors candidats, que anomenarem preindicadors (veieu figura 3.1).

Figura 3.1:  
Ubicació conceptual dels indicadors d'impacte ambiental del *Prestige* al Concello de Carnota.



Font: elaboració pròpia

Aquests preindicadors posteriorment es sotmetran a un estudi multicriterial per a la selecció dels més idonis per a Carnota. La resta, però, no s'ha de descartar definitivament, ja que poden ser utilitzats en cas de futures modificacions del sistema que evitaran que quedi obsolet, i poden adaptar-se constantment a l'evolució del municipi. Sense oblidar que ***tots els preindicadors són susceptibles de ser aplicats en altres municipis costaners en cas d'un accident petroler.***

En total s'han definit 62 preindicadors durant tot el procés d'elaboració del sistema, és a dir, les fases de treball preliminar de caire teòric i la subsegüent validació pràctica a Carnota, fruit de la qual el conjunt inicial de preindicadors va experimentar un seguit de modificacions per tal d'adaptar-los al màxim al municipi. Aquests 62 preindicadors s'enumeren a la taula 3.1, disposats en tres columnes segons la temàtica de pertinença (ecològica, sanitària o socioeconòmica).

Taula 3.1  
Preindicadors locals de seguiment a mig termini de l'impacte ambiental del *Prestige* al Concello de Carnota

Ecològics	Sanitaris	Socioeconòmics
- Nivell de PAHs i metalls pesants a l'aigua	- Nombre de persones ateses als centres sanitaris del Concello	- Ajudes econòmiques de la UE, de l'Estat, de la Comunitat Autònoma gallega i d'altres organismes al municipi
- Varaments de mamífers marins	- Nivell de benzè, toluè i xilè en sang	
- Índex BMWP' en rius	- Nivell de PAHs (benzo[a]pirè) en orina i femta	- Proporció del VAB del sector pesquer respecte al VAB total
- Concentració d'hidrocarburs totals i PAHs en sediment	- Nivell de metalls en sang i orina	- Peix i marisc de baixa mar subhastat en llotja
- Biomassa de fitoplàncton i zooplàncton	- Biomarcadors de dosi interna (hidroxipirè en sang i orina)	- Concentració de PAHs en espècies d'interès comercial respecte als límits màxims permesos per al consum
- Biomassa de larves i ous pel·làgics	- Biomarcadors de dosi biològicament efectiva (adductes d'ADN)	
- Acumulació de PAHs en teixits grassos de peixos		

Taula 3.1 (continuació)

- Biodiversitat de peixos	- Biomarcadors d'efecte biològic precoç (aberracions cromosòmiques)	- Afluència mitjana de turistes en període estival
- Biomassa d'embrions de peixos	- Incidència de càncer de pell	- Ocupació de les places d'estada turística
- Nombre d'aus recollides	- Incidència de càncer a les vies respiratòries	- Valoració contingent dels efectes de la marea negra
- Densitat de corriol camanegre ( <i>Charadrius alexandrinus</i> )	- Incidència de càncer a les vies digestives	- Evolució de l'ocupació del sector pesquer
- Densitat de <i>Bifurcaria bifurcata</i>	- Incidència de leucèmia	- Consum de marisc d'origen gal·lec als restaurants
- Densitat de <i>Lichina pygmaea</i>	- Alteracions del sistema immunològic i hormonal	- Pressupost municipal destinat a la restauració i millora del medi ambient després de l'accident del <i>Prestige</i>
- Índex Braun-Blanquet en aigües costaneres	- Alteracions del sistema nerviós central	- Proporció de les zones per al desenvolupament d'activitat pesquera sense restricció respecte al total
- Densitat de <i>Zostera noltii</i>	- Efectes en nounats (malformacions congènites, pes inferior, etc.)	- Fuel recuperat a les costes del municipi
- Densitat d' <i>Ammophila arenaria</i>	- Nombre de baixes laborals	- Emigració del municipi
- Biodiversitat de líquens	- Nombre d'incidències hospitalàries en embarassades	- Afluència de voluntaris
- Densitat d' <i>Armeria porcanotana</i>	- Efectes aguts en turistes exposats al fuel	- Grau d'associacionisme de la població a col·lectius ecologistes
- Biodiversitat de vegetació dunar	- Demanda d'alcohol i tabac	- Introducció de temàtiques mediambientals a les escoles
- Densitat d' <i>Omphalodes littoralis</i> subsp. gallaécica	- Demanda de medicaments ansiolítics i antidepressius	- Adopció d'un Pla d'Emergència en cas de nova catàstrofe local
- Densitat de <i>Talitrus saltator</i>		
- Recolonització de la llavor de musclo ( <i>Mytillus galloprovincialis</i> )		
- Concentració tissular de PAHs en <i>Mytillus galloprovincialis</i>		
- Biomarcadors, bioassaigs i estudis epidemiològics de <i>Mytillus galloprovincialis</i>		
- Biomassa de bacteries <i>Pseudomonas</i> ssp.		
- Superfície de pistes obertes arran del vessament		

Font: elaboració pròpia

### Selecció multicriteri dels indicadors

La selecció dels indicadors d'impacte ambiental local s'ha realitzat mitjançant el mètode d'**avaluació multicriteri**, perquè es tracta d'una metodologia senzilla, global —en el sentit que és aplicable per a impactes ecològics, sanitaris i socioeconòmics— i vàlida per assolir el nostre objectiu, que és el d'establir **preferències d'aplicació dels preindicadors en funció de l'ordenació** dels mateixos.

Tot seguit s'expliquen varis conceptes relacionats amb l'estructura de la matriu multicriteri confeccionada, a fi d'explicitar detalladament tots els passos seguits per a la seva obtenció i facilitar la seva reproducció des d'altres àmbits locals que puguin estar interessats en l'establiment d'un sistema propi d'indicadors per a impactes d'accidents petrolers.

## Conceptes d'estructura de la matriu multicriteri

La matriu multicriteri confeccionada per a seleccionar els indicadors més escaients per al *Concello* de Carnota d'entre tota la bateria de preindicadors s'estructura de la següent forma:

a) A les columnes de l'esquerra s'ordenen els preindicadors, que pertanyen als tres camps en que s'ha dividit l'estudi (ecològic, sanitari, socioeconòmic).

b) A la fila superior s'ordenen els **criteris** (6) utilitzats per a l'avaluació, cada un amb un determinat **pes relatiu** segons la importància que se li atorgui (veieu el següent apartat *Pesos dels criteris*). Aquests sis criteris són:

**i. Aplicabilitat temporal:** possibilitat de mesura de dades vàlides, (útils com a indicadors) a mig termini. Per tant, per molt adequat que sigui un indicador per al seguiment de l'impacte local, si només proveeix informació a curt o a molt llarg termini, no serà seleccionat.

**ii. Accessibilitat de dades:** facilitat d'obtenció de la informació relacionada amb l'indicador. Convé que les dades puguin obtenir-se al municipi i que siguin de fàcil accés per a personal tècnic no qualificat. La recerca de la informació es simplificarà considerablement si està disponible en estadístiques municipals.

**iii. Viabilitat econòmica:** l'obtenció de la informació de l'indicador ha de ser de baix cost i adaptada al pressupost corresponent de municipis petits de l'àmbit europeu.

**iv. Rigorisme científic:** fiabilitat i qualitat de la font d'informació i validesa científica de les dades. Aquestes tres característiques es determinen en funció de l'entitat o persona proveïdores de la informació.

**v. Especificitat:** adaptació de l'indicador al vessament del *Prestige* i a les peculiaritats del *Concello* de Carnota

**vi. Estudis precedents:** aplicació de l'indicador en estudis anteriors, ja sigui aplicats al *Prestige* o a altres vessaments, en Agendes 21 o en altres camps.

c) A les caselles centrals es valora cada preindicador amb cada un dels sis criteris. L'**escala de valoració interna** és de 0 (pitjor) a 5 (millor), excepte pel criteri *Aplicabilitat temporal*, que només pren els valors 0 (si l'indicador no és vàlid a mig termini) o 5 (si l'indicador és vàlid a mig termini), independentment de la seva aplicació a curt i a llarg termini.

d) A les dues últimes columnes de la dreta s'obté l'**avaluació global** de cada preindicador en dos formats: qualitatiu i quantitatiu.

**i. Avaluació quantitativa:** L'ÍNDEX DE PERTINENÇA (IP) avalua quantitativament cada preindicador, i és igual al sumatori de les valoracions internes dels criteris d'un preindicador ponderades pel pes relatiu de cada criteri (els pesos es donen a l'apartat següent *Pesos dels criteris*).

**ii. Avaluació qualitativa:** en format fletxa, afavoreix la selecció dels indicadors i facilita la lectura de la matriu. Les valoracions possibles són:

↑ ↑ ↑	seleccionat
↑ ↑	possible alternativa de selecció
↑	possible per a treballs futurs
→	poc apte
↓	descartat

e) L'indicador que rep una valoració qualitativa "↓" no pot formar part en cap cas de la selecció final d'indicadors. Això succeeix si:

**i.** L'aplicabilitat temporal no és a mig termini i es valora llavors amb un 0, ja que el seguiment es centra únicament i exclusivament a mig termini.

**ii.** Qualsevol de les altres valoracions internes és un 0, ja que aquesta puntuació implica l'existència d'un obstacle insalvable per a la seva aplicació.

f) Els indicadors seleccionats són aquells que obtenen les millors puntuacions en l'avaluació qualitativa i quantitativa, de manera que com més alt sigui l'IP i més fletxes tingui un preindicador, més possibilitats tindrà de ser seleccionat.

## Pesos relatius dels criteris de la matriu multicriteri

Cada un dels sis criteris utilitzats per a la valoració dels preindicadors té un pes relatiu, determinat per la importància atorgada. L'escala dels pesos està fixada entre 0 (menys importància) i 10 (més importància). Els pesos individuals de cada criteri, així com els motius de justificació del pes fixat, s'especifiquen a la taula 3.2.

Aquests pesos individuals corresponents a cada criteri de selecció ens permetran relativitzar les puntuacions internes que obtinguin per a cada preindicador (veieu el següent apartat *Valoracions internes dels preindicadors*), i donar lloc a una valoració final (l'índex de pertinença) de cada preindicador on es ponderen les importàncies de cada criteri respecte de la resta. Així per exemple, no és el mateix una valoració interna de 5 en el criteri *Accessibilitat de dades* que en el criteri *Estudis anteriors*, perquè el pes del primer (10) és molt més gran que el del segon (3). Com més altes siguin les puntuacions internes en els criteris més importants, més IP aconseguirà el preindicador analitzat. En l'exemple donat, el criteri *Accessibilitat de dades* aporta ( $5 \times 10 =$ ) 50 punts, mentre que el criteri *Estudis anteriors* aporta ( $5 \times 3 =$ ) 15 punts.

Taula 3.2:  
Pesos relatius dels criteris de selecció dels indicadors.

Criteri	Pes	Justificació
Aplicabilitat temporal	10	Que el preindicador sigui vàlid per al període de seguiment (a mig termini).
Accessibilitat de dades	10	L'Accessibilitat de dades és un dels criteris utilitzats més assíduament en la selecció d'indicadors (veieu l'apartat 2.2 <i>Característiques i objectius dels indicadors ambientals</i> ).
Viabilitat econòmica	9	Les dades referents al preindicador han d'obtenir-se amb la mínima despesa possible, fonamentalment perquè seran gestionats i finançats des d'una administració local com, en aquest cas, el Concello de Carnota.
Rigorisme científic	8	La informació tramesa pel preindicador ha de ser fidel a la realitat. L'objectiu és modelar un sistema que ens aporti dades de qualitat de l'evolució de la variable mesurada.
Especificitat	4	L'Especificitat té bastant menys pes que els criteris anteriors perquè tots els preindicadors seleccionats s'han modificat per tal d'adaptar-los al municipi estudiat.
Estudis anteriors	3	És el criteri que menys pes té, tot i que l'existència d'una àmplia bibliografia referida al preindicador en qüestió facilita molt la tasca de concretar la metodologia de mesura. Se li ha atorgat un baix pes perquè tots els preindicadors procedeixen de forma directa o indirecta d'estudis previs.

Font: elaboració pròpia

## Valoracions internes dels preindicadors de la matriu multicriteri

Cada un dels 62 preindicadors candidats a formar part del sistema final d'indicadors de seguiment de l'impacte ambiental del *Prestige* al *Concello* de Carnota, municipi pilot d'aquest sistema d'anàlisi creat, és valorat amb cada un dels sis criteris de selecció establerts, explicats anteriorment. L'escala de valoració està fixada entre 0 (pitjor) i 5 (millor), excepte el criteri *Aplicabilitat temporal*, valorat de forma binomial: 0 si és a curt termini i/o a llarg termini (no és a mig termini), 5 si és a mig termini, independentment si és o no vàlid a curt i/o llarg termini.

A la taula 3.3 s'especifiquen les pautes que s'han seguit per a determinar aquestes valoracions internes en funció del criteri que estiguin puntuant. Aquest és el parer aplicat per a la selecció dels indicadors a Carnota, però pot extrapolarse a qualsevol altre localitat, ja que s'han

Taula 3.3:  
Valoracions internes dels preindicadors

		Criteris				
		Accessibilitat de dades	Viabilitat econòmica	Rigorisme científic	Especificitat	Estudis antercedents
Valoracions internes	5	Dades fàcilment accessibles per als tècnics sense necessitat d'ajuda externa	Informació obtinguda sense cost econòmic o amb un cost molt baix (contacte telefònic, correu electrònic i similar)	Font: - centres superiors d'investigació o, - tècnics autors del present projecte amb l'assessorament de personal qualificat o, - estadístiques públiques registrades.	Adaptat al <i>Prestige</i> i a les característiques singulars del <i>Concello</i> de Carnota	Estudis sobre el vessament del <i>Prestige</i> en el <i>Concello</i> de Carnota
	4	- Necessitat de recolzament científic o, - Estadístiques locals existents segons llur accessibilitat o, - Dades d'ONGs o, - Dades d'investigadors de la USC segons llur accessibilitat.	- Estudi de camp i/o laboratori amb costos tècnics baixos sense personal remunerat o, - Necessitat de varis desplaçaments dins del propi Concello de Carnota o voltants.	Font: - tècnics autors del present projecte sense assessorament professional o, - ONGs*.	Adaptat al <i>Prestige</i> i generalitzable a tota la comunitat gallega	- Estudis sobre el <i>Prestige</i> o, - Dades puntuals sobre el <i>Prestige</i> en el <i>Concello</i> de Carnota
	3	- Estadístiques locals i no locals existents segons llur accessibilitat o, - Dades d'investigadors de la USC segons llur accessibilitat o, - Dades amb relatives dificultats tècniques d'obtenció.	- Estudi de camp i/o laboratori de costos tècnics mitjos sense personal remunerat o, - Desplaçament lluny del Concello de Carnota.	Font: - entitats privades i - informació pública no registrada, segons el grau de fiabilitat	- Vàlid per a qualsevol vessament o, - Adaptació parcial al <i>Prestige</i> i a Carnota	- Estudis sobre altres vessaments o, - Dades puntuals de l'impacte del <i>Prestige</i> a la costa gallega
	2	- Dades locals no registrades de fàcil obtenció o, - Estadístiques no locals o, - Dades d'investigadors de la USC segons llur accessibilitat o, - Dades amb dificultats tècniques d'obtenció.	- Estudi de camp i/o laboratori amb recolzament científic i costos tècnics mitjans o, - Necessitat d'alguna persona assalariada.		Poc apte per a les característiques del <i>Concello</i> de Carnota i dels vessaments, segons el seu grau d'adaptació	- Agendes 21 Locals o, - Estudis en altres camps o, - Referències puntuals de l'impacte del <i>Prestige</i> i dades puntuals en altres vessaments
	1	Dades amb grans dificultats tècniques d'obtenció	- Estudi de camp i/o laboratori amb recolzament científic i costos tècnics alts o, - Necessitat de varies persones assalariades.			- Dades puntuals en altres camps
	0	Dades amb dificultats tècniques insalvables	Cost econòmic molt elevat Obstacle insalvable	Fiabilitat nul·la de la font informativa	Inadaptable a vessaments i al <i>Concello</i> de Carnota	No hi ha o no s'ha trobat cap dada anterior

Font: elaboració pròpia. \* En base a ADEGA, CEMMA i SEO/Birdlife.

fixat requisits de caire genèric.

Finalment, les taules 3.4, 3.5 i 3.6 contenen, respectivament, les matrius multicriteri dels preindicadors ecològics, sanitaris i socioeconòmics, així com l'anàlisi quantitativa i qualitativa explicada en aquest capítol i els indicadors escollits per al seguiment, que són els que tenen les avaluacions més favorables<sup>1</sup>.

1. Les matrius multicriteri es van elaborar a la primera fase del seguiment. Els indicadors que apareixen com "seleccionats" (colorats en blau) han patit algunes modificacions durant la fase dos. En conseqüència, l'enunciat d'alguns dels indicadors de les fitxes metodològiques del capítol 4 no es corresponen

Taula 3.4:  
Matriu multicriteri camp ecològic

Camp	Aspecte ambiental	Nº Indicador	Indicador	Criteris i pesos						Avaluació	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilitat temporal	Accesibilitat de dades	Viabilitat econòmica	Rigorisme científic	Especificitat	Estudis antercedents	Índex de pertinença	Avaluació qualitativa
Ecològic	Columna d' aigua de mar	1	Nivell de PAHs i metalls pesants en l'aigua	5	3	1	5	2	4	149	↑
	Rius	2	Varaments de mamífers marins	5	2	4	2	2	3	139	↑
		3	Índex BMW' en rius	5	4	3	5	1	3	170	→
	Columna de sediments	4	Concentració HC totals i PAHs en sediment	5	5	4	5	5	4	208	↑↑↑
	Plàncton	5	Biomassa de fitoplàncton i zooplàncton	0	1	0	5	3	4	74	↓
		6	Biomassa de larves i ous pelàgics	5	0	0	5	2	4	110	↓
	Peixos	7	Acumulació de PAHs en teixits grassos de peixos	5	0	0	5	5	4	122	↓
		8	Biodiversitat de peixos comercials	5	3	4	3	4	2	162	↑↑
		9	Biomassa d'embrions de peixos	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Avifauna	10	Nombre d'aus recollides	5	2	4	2	5	4	154	↑↑
		11	Densitat de <i>Charadrius alexandrinus</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
	Sistema rocós	12	Densitat de <i>Bifurcaria bifurcata</i>	5	2	2	5	3	5	155	↑↑
		13	Densitat de <i>Lichina pygmaea</i>	5	3	4	5	3	5	183	↑↑
		14	Índex de Braun-Blanquet en aigües costaneres	5	4	3	5	4	5	188	↑↑↑
	Sistema de maresmes	15	Densitat de <i>Zoostera noltii</i>	5	2	2	5	3	2	146	↑
	Sistema dunar	16	Densitat d' <i>Ammophila arenaria</i>	5	4	4	5	2	4	186	↑↑
	Biodiversitat	17	Biodiversitat de líquens	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		18	Densitat d' <i>Armeria porcanotana</i>	5	1	2	5	1	2	128	→
		19	Biodiversitat de la vegetació dunar	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		20	Densitat d' <i>Omphalodes littoralis</i> subsp. <i>gallaécica</i>	5	1	3	5	1	2	128	→
	Organismes invertebrats bentònics	21	Densitat de <i>Talitrus saltator</i>	5	3	1	5	3	3	150	↑
		22	Recolonització de la llavor de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
		23	Concentració tisular de PAHs en <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	4	118	↓
		24	Biomarcadors, bioassaigs i estudis epidemiològics de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	3	115	↓
	Microorganismes	25	Biomassa de bacteries <i>Pseudomonas</i> ssp.	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Paisatge	26	Superfície de pistes obertes arran del vessament	5	4	4	4	5	4	190	↑↑↑

Font: elaboració pròpia

Taula 3.5:  
Matriu multicriteri camp sanitari

Camp	Aspecte ambiental	Nº Indicador	Indicador	Criteris i pesos						Avaluació	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilitat temporal	Accesibilitat de dades	Viabilitat econòmica	Rigorisme científic	Especificitat	Estudis antercedentes	Índex de pertinença	Avaluació qualitativa
	Voluntaris	27	Nº de persones ateses als centres sanitaris del <i>Concello</i>	0	5	5	5	3	5	162	↓
Salut humana	Voluntaris i població local	28	Nivell de Benzè, Toluè i Xilè en sang	0	1	0	5	3	3	71	↓
		29	Nivell de PAHs (benzo[a]pirè) en orina i femta	0	1	0	5	3	3	71	↓
		30	Nivell de metalls en sang i orina	0	1	0	5	3	3	71	↓
		31	Biomarcadors de dosi interna (hidroxipirè en sang i orina)	0	1	0	5	3	2	74	↓
		32	Biomarcadors de dosi biològicament efectiva (adductes d'ADN)	0	1	0	5	3	2	74	↓
	Població local	33	Biomarcadors d'efecte biològic precoç (aberracions cromosòmiques)	5	1	0	5	3	1	115	↓
		34	Incidència de càncer de pell	0	3	3	5	2	3	114	↓
		35	Incidència de càncer a les vies respiratòries	0	3	3	5	2	3	114	↓
		36	Incidència de càncer a les vies digestives	0	3	3	5	2	3	114	↓
		37	Incidència de leucèmia	0	3	3	5	1	2	107	↓
		38	Alteracions del sistema immunològic i hormonal	5	2	3	5	1	2	147	↑↑
		39	Alteracions en el sistema nerviós central	5	3	3	5	3	3	168	↑↑↑
		40	Nombre de baixes laborals	5	2	4	5	1	2	156	↑↑
	Nens	41	Efectes en nounats (malformacions congènites, pes inferior, etc.)	5	2	3	4	1	2	139	↑
		42	Nombre d'incidències hospitalàries en embarassades	0	2	3	5	2	2	101	↓
	Turistes	43	Efectes aguts en turistes exposats al fuel	0	3	5	5	3	3	136	↓
	Alcohol i tabac	44	Demanda d'alcohol i tabac	5	2	3	3	3	1	144	↑↑
	Medicaments	45	Demanda de medicaments antidepressius i ansiolítics	5	2	5	5	3	2	173	↑↑↑

Font: elaboració pròpia



Taula 3.6:  
Matriu multicriteri camp socioeconòmic

Camp	Aspecte ambiental	Nº Indicador	Indicador	Criteris i pesos						Avaluació	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilitat temporal	Accesibilitat de dades	Viabilitat econòmica	Rigorisme científic	Especificitat	Estudis anteriors	Índex de pertinença	Avaluació qualitativa
Econòmic	Ajuda econòmica	46	Ajudes econòmiques de la UE, de l'Estat, de la comunitat autònoma gallega i d'altres organismes al municipi	5	3	4	4	5	4	180	↑↑↑
	Sector pesquer	47	Proporció del VAB del sector pesquer respecte al VAB total	5	1	3	3	5	4	143	↑
		48	Peix i marisc de baixa mar subhastat en llotja	5	4	5	3	4	4	187	↑↑↑
		49	Concentració de PAHs en espècies d'interès comercial respecte als límits màxims permesos per al consum	5	0	0	5	4	4	118	↓
	Turisme	50	Afluència mitjana de turistes a les platges en període estival	5	2	2	3	1	3	125	→
		51	Ocupació de les places d'estada turística	5	2	4	5	2	3	163	↑↑↑
Socioeconòmic	Valors recreatius i paisatgístics	52	Valoració contingent dels efectes de la marea negra	5	0	0	5	5	3	119	↓
	Atur	53	Evolució de l'ocupació del sector pesquer	5	3	5	3	5	4	181	↑↑↑
	Consum	54	Consum de marisc d'origen gallec als restaurants	5	3	4	1	2	3	141	→
	Administració	55	Pressupost municipal destinat a la restauració i millora del M.A. després del <i>Prestige</i>	5	4	5	5	5	2	201	↑↑↑
Social	Gestió del fuel	56	Proporció de les zones d'activitat pesquera sense restricció respecte el total	0	5	5	5	5	5	170	↓
		57	Fuel recuperat a les costes del municipi	5	5	5	2	5	5	196	↑↑↑
	Població	58	Emigració del municipi	5	5	5	5	5	2	211	↑↑↑
	Mobilització social	59	Afluència de voluntaris	5	5	5	1	5	5	188	↑↑
		60	Grau d'associacionisme de la població a col·lectius ecologistes	5	1	5	3	1	2	139	↑
		61	Introducció de temàtiques M.A. a les escoles	5	1	4	3	2	0	168	↓
	Mesures d'emergència	62	Adopció d'un Pla d'Emergència en cas de nova catàstrofe local	5	2	3	3	3	3	142	↑

Font: elaboració pròpia

exactament amb els de la matriu.

### 3.4 Els ILIAM-PETROL

Un cop realitzat tot aquest procés metodològic per a la selecció dels indicadors que componen el sistema de seguiment a mig termini de l'impacte ambiental del *Prestige* a l'àmbit local, el següent pas és el seu seguiment i control durant els anys següents. Amb aquesta finalitat s'han dissenyat les fitxes metodològiques dels indicadors, una per a cada un dels 16 seleccionats (capítol 4). El format proposat és esquemàtic i de fàcil ús per part de tècnics de qualsevol administració local que desitgi adoptar el sistema creat.

A la taula 3.7 s'enumeren els 16 indicadors seleccionats, algun d'ells amb subindicadors complementaris. Aquests indicadors són els monitorats a la fase II del seguiment, de manera que el sistema ja ha patit modificacions respecte del proposat a la fase I, que és l'acolorat en blau a les matrius multicriteri 3.4, 3.5 i 3.6. Els canvis més rellevants són:

- **Camp sanitari:** introducció d'un nou indicador, *Avaluació de l'exposició a PAHs*
- **Camp socioeconòmic:** invalidació de dos indicadors, *Ajudes econòmiques de la UE, de l'estat, de la comunitat autònoma gallega i d'altres organismes al municipi*; i *Fuel recuperat a les costes del municipi*. I introducció d'un de nou, *Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel*.

Dels 16 indicadors finals, 7 són ecològics, 3 sanitaris i 6 socioeconòmics. Hi ha, per tant, una distribució majoritària dels ecològics i els socioeconòmics, i en canvi, una representació menor dels sanitaris. Això s'explica pel fet que els impactes sobre la salut humana són immediatament després del vessament (a curt termini) o a molt llarg termini, un cop es manifesten efectes en la descendència o en el desenvolupament de neoplàsies.

Taula 3.7:

Sistema d'indicadors locals de seguiment a mig termini de l'impacte ambiental del *Prestige* al *Concello* de Carnota.

	Indicadors	Subindicadors
Ecològics	1. Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments	
	2. Densitat de <i>Charadrius alexandrinus</i>	
	3. Índex de Braun-Blanquet en cubetes intermareals	3.1. Riquesa de gèneres de macroalgues en les cubetes intermareals del <i>Concello</i> de Carnota
	4. Riquesa d'espècies líquèniques en el sistema rocós	4.1. Cobertura vegetal d'espècies líquèniques en el sistema rocós
	5. Riquesa d'espècies vegetals en el sistema dunar	
	6. Evolució de la llavor de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	
	7. Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció en un vessament petrolífer	
Sanitaris	8. Incidència d'alteracions de la salut mental	
	9. Demanda de medicaments (antidepressius i ansiolòtics)	
	10. Avaluació de l'exposició a PAH's	
Socioeconòmics	11. Peix i marisc de baixa mar subhastat a la Llotja d'un municipi afectat per un vessament petrolífer – Quantitats de pop subhastat	11.1. Quantitats de gambeta subhastada a la llotja de Lira del <i>Concello</i> de Carnota 11.2. Quantitats de cranca subhastada a la llotja de Lira del <i>Concello</i> de Carnota 11.3. Quantitats d'eriçó de mar subhastat a la llotja de Lira del <i>Concello</i> de Carnota 11.4. Quantitats de nècora subhastada a la llotja de Lira del <i>Concello</i> de Carnota 11.5. Quantitats de percebe subhastat a la llotja de Lira del <i>Concello</i> de Carnota
	12. Afluència turística del municipi	
	13. Evolució del sector pesquer	
	14. Pressupost municipal i inversions sol·licitats, destinats a la recuperació i millora del medi afectat	
	15. Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel	
	16. Moviments migratoris de la població del municipi de fuel	

Font: elaboració pròpia

## 4. FITXES METODOLÒGIQUES DELS INDICADORS: RESULTATS DEL SEGUIMENT

### 4.1 Fitxes dels indicadors ecològics

**Indicador 1:**

**Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments**

**Indicador 2:**

**Densitat de *Charadrius alexandrinus***

**Indicador 3:**

**Index Braun-Blanquet en cubetes intermareals al *Concello* de Carnota**

**Subindicador 3.1:**

**Riquesa de gèneres de macroalgues en les cubetes intermareals del *Concello* de Carnota**

**Indicador 4:**

**Riquesa d'espècies liquèniques en el sistema rocós**

**Subindicador 4.1:**

**Cobertura vegetal liquènica en el sistema rocós**

**Indicador 5:**

**Riquesa d'espècies vegetals en el sistema dunar**

**Indicador 6:**

**Evolució de la llavor de *Mytilus galloprovincialis***

**Indicador 7:**

**Superfície oberta per a facilitar les tasques d'extracció en el vessament del petrolier *Prestige***

## Indicador 1: Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments

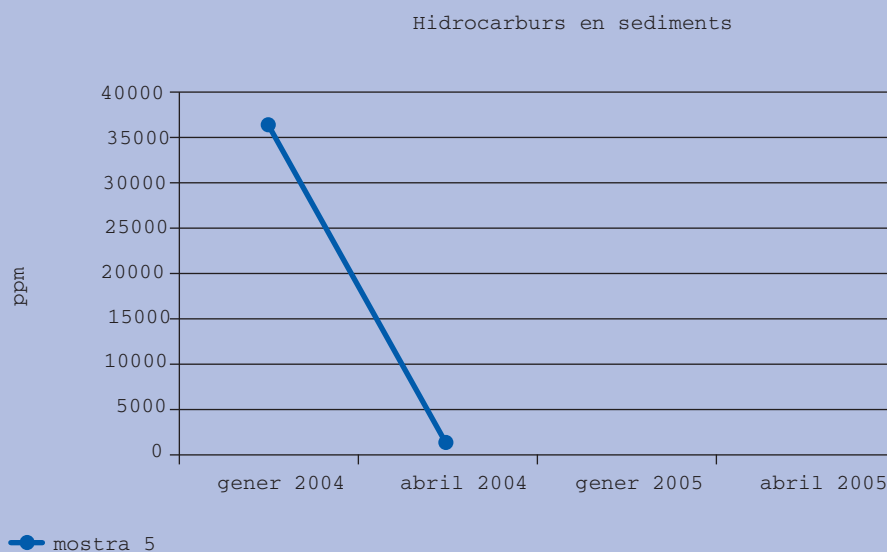
### Definició

Registra l'evolució semestral de la concentració d'hidrocarburs procedents del *Prestige* en cinc punts diferents del municipi pilot.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

Mostra 1	Mostra 2	Mostra 3	Mostra 4	Mostra 5
Praia Ardeleiro	Praia do Ximpron	Praia do Lariño	Praia do San Pedro	Boca do Río

**Periodicitat:** Semestral

### Paràmetre de càlcul

Concentració d'hidrocarburs en sorra seca

### Fórmula

$$[HC]/sed = \frac{m_{total hidrocarburs} / m_{de sorra humida}}{m_{sorra seca} / m_{de sorra humida}}$$

### Unitats

ppm

**Comentaris:** En el gràfic d'evolució només es representen els valors de la mostra nombre 5, corresponent a Boca do Río perquè els resultats de les altres mostres estan pendents d'anàlisi.

**Font:** Recollida de mostres per CA-ICTA UAB.  
Anàlisi de les mostres realitzats per IIT, Santiago de Compostela.

## Indicador 2: Densitat de *Charadrius alexandrinus*

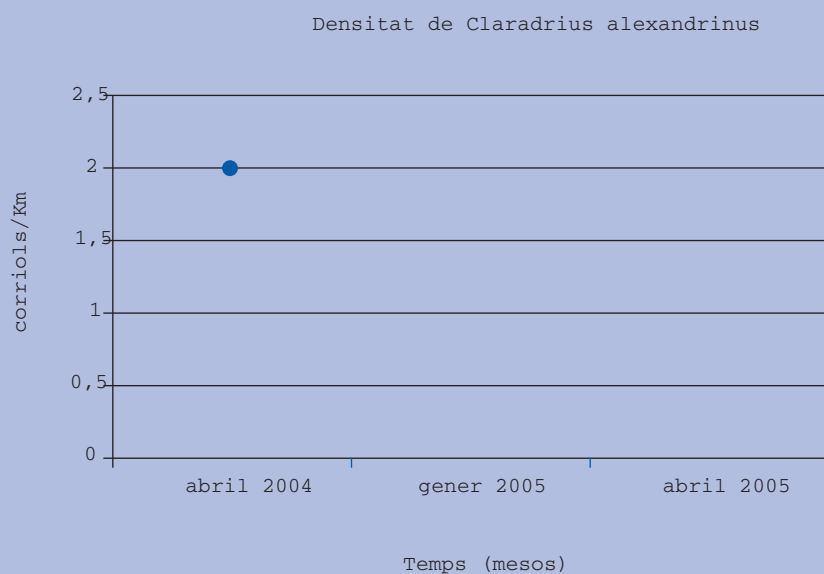
### Definició

Registra l'evolució semestral del nombre de *Charadrius alexandrinus* en una de les zones de cria a la platja de Carnota.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

Praia de Carnota

**Periodicitat:** Semestral

### Paràmetre de càlcul

Densitat de *Charadrius alexandrinus*

### Fórmula

$$D = n / L$$

D= densitat

n= nombre de corriols

L= distància recorreguda

### Unitats

Nombre de  
corriols/Km

**Font:** Recollida de mostres per CA-ICTA UAB a la Praia de Carnota, abril 2004

### Indicador 3: Índex Braun-Blanquet en cubetes intermareals al *Concello* de Carnota

#### Definició

Determina l'efecte de la contaminació de les aigües degut al vessament del petrolier *Prestige* sobre les algues de les cubetes intermareals mitjançant la utilització de l'índex fitosociològic de Braun-Blanquet a dos punts del *Concello* de Carnota.

#### Tendència desitjada



#### Gràfic d'evolució

Gènere	Abundància	Sociabilitat
Cubeta 1		
Acrosorium	+	1
Asparagopsis	+	1
Calithanum	+	1
Codium	+	1
Coralina	+	1
Enteromorpha	3	5
Falkenbergia	+	1
Gelidium	+	1
Jania	+	1
Lithophyllum	3	5
Polysiphonia	+	1
Rhodomenia	+	1

#### Sistema

##### Mostreig 1 Zona Control

Punta Insua

##### Mostreig 2 Zona Afectada

Punta Cabalar

Periodicitat: Semestral

#### Paràmetre de càlcul

#### Fórmula

#### Unitats

Índex Braun-Blanquet

—

1, +, 1-5

#### Índex abundància-dominància:

r: espècie molt rara en l'inventari

+: espècie present < 1%

1: recobriment < 5%

2: recobriment 5-25%

3: recobriment 25-50%

4: recobriment 50-75%

5: recobriment 75-100%

#### Índex de sociabilitat:

1: individus aïllats

2: agregats o en grups petits

3: en grups densos

4: en petites colònies o grans claps

5: poblaments purs o quasi purs

**Font:** BRAUN-BLANQUET, J; *Fitosociología: bases para el estudio de las comunidades vegetales* (1979). Blume: Madrid. Recollida de mostres per CA-ICTA UAB a la Praia de Carnota.

### Subindicador 3.1:

## Riquesa de gèneres de macroalgues en les cubetes intermareals del *Concello* de Carnota

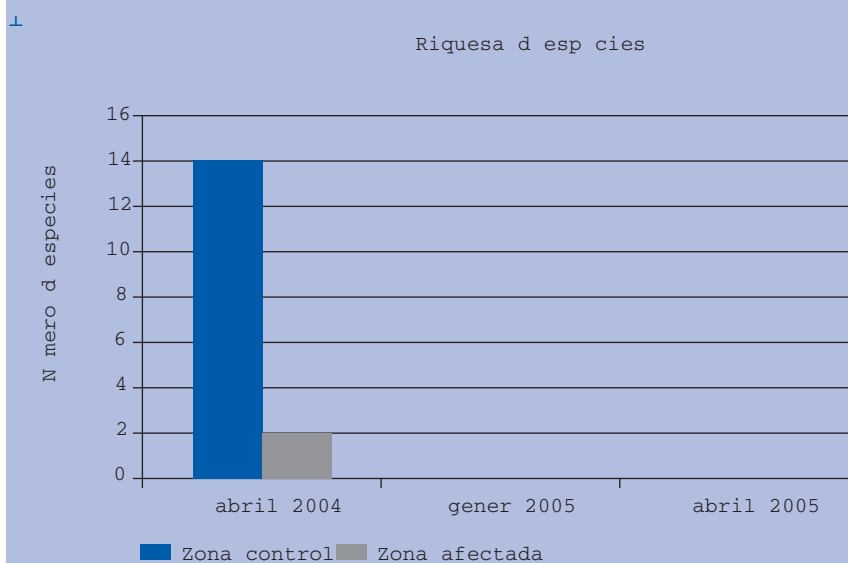
#### Definició

Determinació del nombre total de gèneres diferents de la zona control (Punta Insua) i de la zona afectada (Punta Cabalar).

#### Tendència desitjada



#### Gràfic d'evolució



#### Sistema

##### Mostreig 1 Zona Control

Punta Insua

##### Mostreig 2 Zona Afectada

Punta Cabalar

**Periodicitat:** Semestral

#### Paràmetre de càlcul

Riquesa taxonòmica pel que fan gèneres de les cubetes intermareals

#### Fórmula

**RG zona control** =  $\sum G_{dif}$

**RG zona afectada** =  $\sum G_{dif}$

**RG:** riquesa de gèneres de les cubetes

**G<sub>dif</sub>:** gèneres diferents presents a les cubetes

#### Unitats

Nombre de gèneres (nº)

**Font:** Recollida de mostres per CA-ICTA UAB a la Praia de Carnota, Abril 2004



## Indicador 4: Riquesa d'espècies liquèniques en el sistema rocós

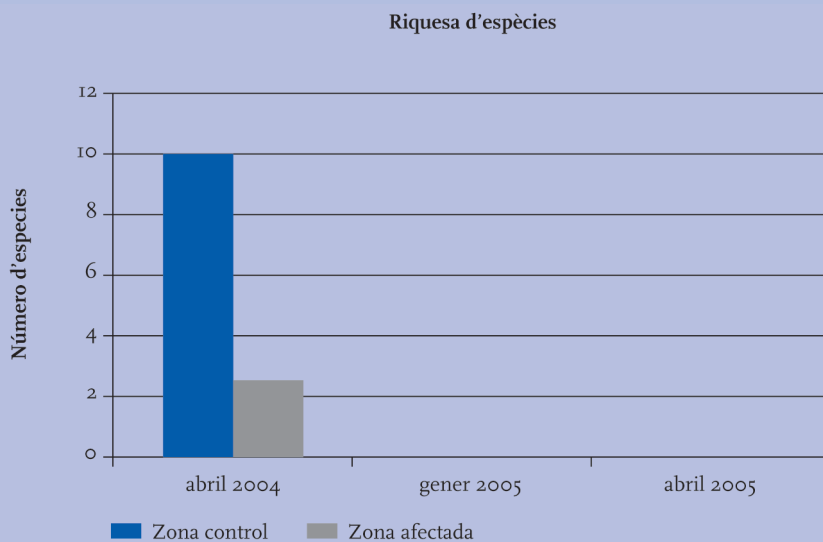
### Definició

Registra l'evolució semestral de la riquesa d'espècies de líquens en els sistemes rocosos del municipi de *Carnota*.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

Sistema rocós. Zona control: *Ardeleiro* i Zona afectada: *Punta Cabalar*

Periodicitat: Semestral

### Paràmetre de càlcul

Riquesa d'espècies  
(RE)

### Fórmula

$RE = \sum \text{nombre d'espècies}$

### Unitats

Núm.  
d'espècies

**Comentaris:** Cal tenir en compte la relació: nombre d'espècies/àrea a l'hora d'interpretar els resultats obtinguts, ja que quan més gran sigui l'àrea de mostreig més gran serà el nombre d'espècies.

**Font:** prospecció de camp realitzada l'Abril 2004, CA-ICTA, UAB

## Subindicador 4.1: Cobertura vegetal líquènica en el sistema rocós

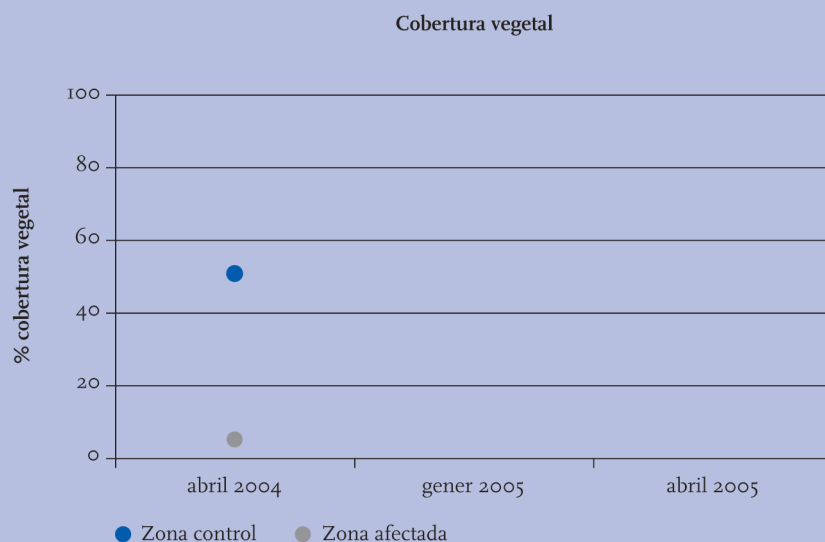
### Definició

Registra l'evolució semestral de la cobertura vegetal de líquens en els sistemes rocosos del municipi de *Carnota*.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

Sistema rocós. Zona control: *Ardeleiro* i Zona afectada: *Punta Cabalar*

Periodicitat: Semestral

### Paràmetre de càlcul

Cobertura vegetal (CV)

### Fórmula

$$CV = \frac{\sum (\text{index cobertura})}{10} \times 100$$

### Error

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

### Unitats

%

Font: prospecció de camp realitzada l'Abril 2004, CA-ICTA, UAB

## Indicador 5: Riquesa d'espècies vegetals en el sistema dunar

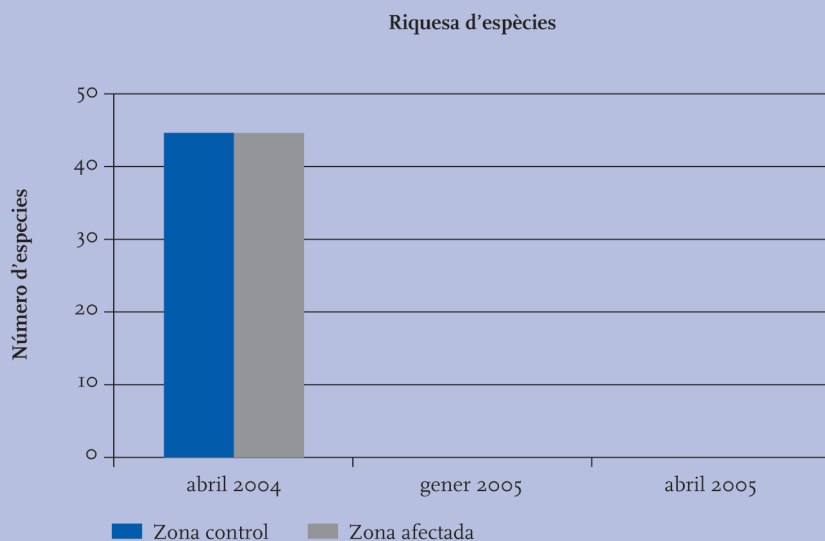
### Definició

Mesurar la riquesa d'espècies de la vegetació psamòfila a mig termini en dos transectes transversals del mateix sistema dunar, un en una zona control i l'altre en una zona alterada.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

Sistema: Praia do Lariño

Periodicitat: Semestral

### Paràmetre de càlcul

Riquesa d'espècies  
(RE)

### Fórmula

$RE = \sum \text{nombre d'espècies}$

### Unitats

Núm.  
d'espècies

**Comentaris:** Tot i que la riquesa d'espècies coincideix a ambdós transectes cal interpretar els resultats obtinguts en la prospecció de camp a partir de l'índex d'abundància-dominància d'ambdues zones. Així doncs, cal destacar que el 96 % de les espècies de la zona control i el 57 % de la zona afectada tenen una cobertura vegetal inferior a l'1%.

**Font:** Prospecció de camp realitzada l'Abril 2004, CA-ICTA, UAB.

## Indicador 6:

### Evolució de la llavor de *Mytilus galloprovincialis*

#### Definició

Estudi de l'evolució de la llavor de *Mytilus galloprovincialis* a classes de mida superiors a la zona de Punta de Quilmas al *Concello* de Carnota.

#### Tendència desitjada



#### Gràfic d'evolució

*Mytilus galloprovincialis*, davant una contaminació del medi, respon amb una elevada reproducció, és a dir, inverteix una gran part de l'energia en reproduir-se i molt poca en créixer i establir-se bé al substrat.

Per aquest motiu, després de l'accident del *Prestige*, és d'esperar que tot i que la quantitat de llavor de músclo augmenti com a conseqüència d'una major reproducció, una elevada proporció no sobrevisqui, de manera que l'abundància de classes de mida superiors es veu disminuïda.

#### Sistema

Sistema: Zona intermareal de Punta de Quilmas (*Concello* de Carnota)

Periodicitat: Mensual

#### Paràmetre de càlcul

Abundància (A)

#### Fórmula

A = Nombre d'individus de cada cohort / mes

Cohort: grup d'individus d'una mateixa població que presenten una mateixa longitud de closca.

#### Unitats

Nombre d'individus

**Comentaris:** El gràfic d'evolució representa isolínies d'abundància en funció de la mida i del temps. A partir del vessament s'observa un menor creixement dels músclos de petit tamany.

**Font:** Javier César Aldàriz i Eugenio Fernández Pulpeiro, Departamento de Biología Animal, Facultade de Biología. (Universidad de Santiago de Compostela).

**Indicador 7:**  
**Superfície oberta per a facilitar les tasques d'extracció en el vessament del petrolier *Prestige*.**

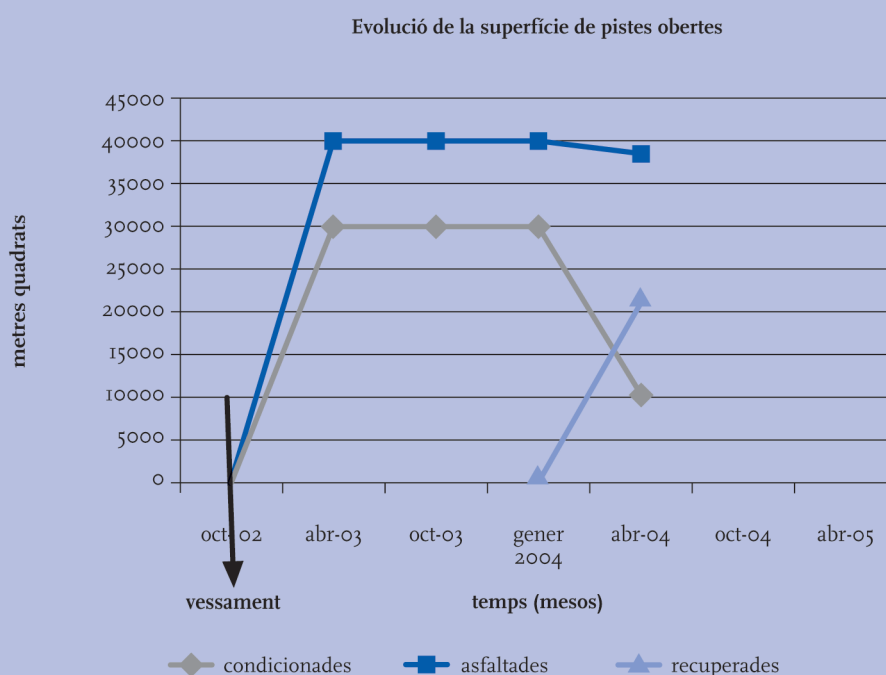
**Definició**

Evolució temporal de la superfície de pistes obertes o condicionades per a l'extracció del petroli de les platges de *Carnota*, representativa del grau d'alteració del paisatge en els moments inicials del vessament, i la possible recuperació a mig termini.

**Tendència desitjada**



**Gràfic d'evolució**



**Sistema**

**Sistema:** *Concello de Carnota*

**Periodicitat:** Semestral

**Paràmetre de càlcul**

Superfície de pistes obertes

**Fórmula**

Superfície = longitud x 8 m. d'amplada

**Error**

+/- 100 metres

**Unitats**

m² de pista

**Comentaris:** En el gràfic d'evolució només es representen els valors de la mostra nombre 5, corresponents a Boca do Rio.

**Font:** Tècnic de medi ambient de l'Ajuntament de Carnota i Les Nuevas Aeroguías del Litoral de Galicia (editorial Geoplaneta).

## 4.2 FITXES DELS INDICADORS SANITARIS

**Indicador 8:**

**Incidència d'alteracions de la salut mental**

**Indicador 9:**

**Demanda de medicaments (antidepressius i ansiolítics)**

**Indicador 10:**

**Avaluació de l'exposició a PAH's al *Concello de Carnota***

## Indicador 8: Incidència d'alteracions de la salut mental

### Definició

Incidència acumulada d'alteracions de la salut mental (quadres depressius, ansiosos, trastorns de conducta, trastorns post-traumàtics...) a mig termini a la població del *Concello* de Carnota.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució

Les dades quantitatives d'incidència d'alteracions de la salut mental al *Concello* de Carnota no estan disponibles.

La informació qualitativa obtinguda indica que no s'ha produït cap variació en el nombre d'alteracions de tipus mental causa del *Prestige*.

### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Semestral

### Paràmetre de càlcul

Incidència Acumulada d'alteracions de la salut mental (IA)

### Fórmula

$IA = (\text{nombre de casos nous en sis mesos} / \text{població sana a l'inici del període}) \times 100$

### Unitats

Percentatge d'incidència

---

**Font:** Metges del *Centro de Saúde* del *Concello* de Carnota

## Indicador 9: Demanda de medicaments (antidepressius i ansiolítics)

### Definició

Evolució de la venda mensual de medicaments de tipus antidepressiu i ansiolític al *Concello* de Carnota.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució

Les dades quantitatives de demanda de medicaments de tipus antidepressiu i ansiolític no estan disponibles.

La informació qualitativa cedida pels farmacèutics i metges del *Concello* de Carnota indica que no s'ha produït cap variació en la demanda dels citats medicaments a causa del *Prestige*.

### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Semestral

### Paràmetre de càlcul

Demanda de medicaments (D)

### Fórmula

$$D = Q / \text{mes} * \text{població}$$

D: demanda de medicaments

Q / mes :  $\Sigma$  antidepressius i ansiolítics venuts en un mes

Població : població censada al *Concello* de Carnota

### Unitats

Nombre total d'antidepressius i ansiolítics venuts / (mes\*població)

---

**Font:** Farmacèutics del *Concello* de Carnota.



## Indicador 10: Avaluació de l'exposició a PAH's al *Concello* de Carnota

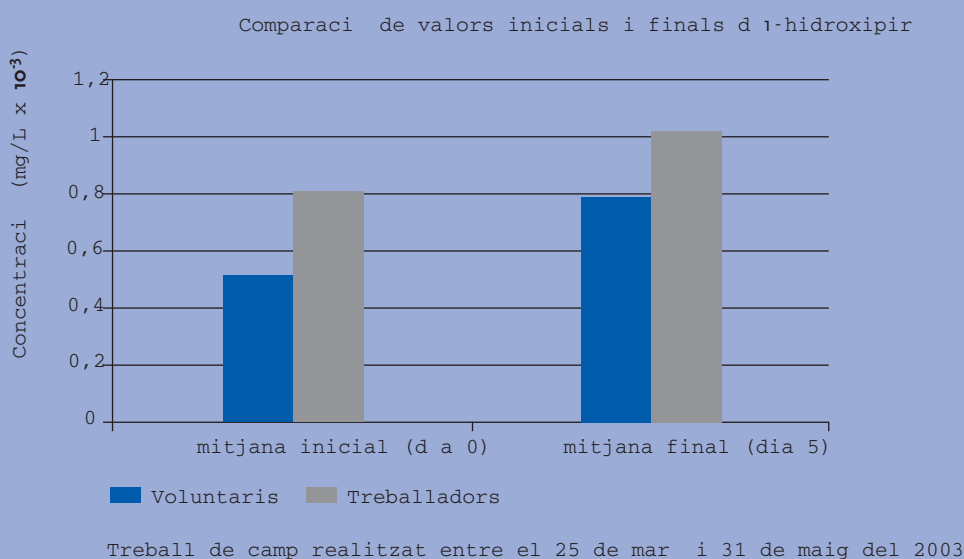
### Definició

Dosi interna (mesura de la quantitat de tòxic que ha penetrat a l'organisme) d'hidrocarburs aromàtics policíclics (PAH's) en voluntaris, treballadors de recollida de fuel i treballadors d'hidroneteja de la costa gallega.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota, platja de Fisterra i Porto do Son

**Periodicitat:** Anual

### Paràmetre de càlcul

Diferència de mitjanes (D)

### Fórmula

$$D = m_f - m_i$$

**D:** diferència de mitjanes  
 **$m_f$ :** mitjana final (després de 5 dies d'exposició) d'1-hidroxiipirè en orina.  
 **$m_i$ :** mitjana inicial (abans de l'exposició) d'1-hidroxiipirè en orina.

### Unitats

Micrograms d'1-hidroxiipirè / litre d'orina

**Comentaris:** El gràfic d'evolució representa l'exposició aguda a curt termini a PAH's obtinguda a partir de les dades del treball de camp realitzat per Gestal Otero et al.

**Font:** Gestal Otero J., Smyth Chamosa E., Figueiras Guzmán A., Montes Martínez A. (2003) "Avaliación da exposición e danos á saúde en voluntarios e traballadores" (USC).

## 4.3 FITXES DELS INDICADORS SOCIOECONÒMICS

### **Indicador 11:**

**Peix i marisc de baixa mar subhastat a la llotja de Lira**

#### Subindicador 11.1:

Quantitats de gambeta subhastada a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

#### Subindicador 11.2:

Quantitats de cranca subhastada a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

#### Subindicador 11.3:

Quantitats d'eriçó de mar subhastat a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

#### Subindicador 11.4:

Quantitats de nècora subhastada a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

#### Subindicador 11.5:

Quantitats de percebe subhastat a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

### **Indicador 12:**

**Afluència turística del municipi de Carnota**

### **Indicador 13:**

**Evolució del sector pesquer a Carnota**

### **Indicador 14:**

**Pressupost municipal i investiments sol·licitats del *Concello* de Carnota destinats a la restauració i millora del medi afectat pel *Prestige***

### **Indicador 15:**

**Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel de la costa de Carnota**

### **Indicador 16:**

**Moviments migratoris de la població de Carnota**

## Indicador 11: Peix i marisc de baixa mar subhastat a la llotja de Lira

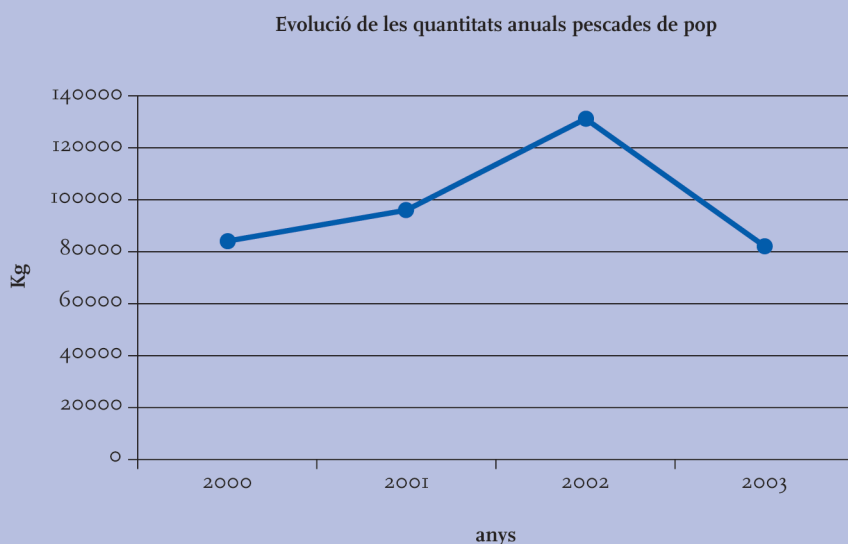
### Definició

Quilograms de pop (*Octopus vulgaris*) subhastats a la llotja de Lira, *Concello* de Carnota, afectat pel vessament petrolífer del *Prestige*.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

**Sistema:** Zona pesquera del litoral del *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Mensual

### Paràmetre de càlcul

Quilograms de pop

### Fórmula

Tractament 1:  
sumatoris  
mensuals  
Tractament 2:  
sumatoris anuals

### Error

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

### Unitats

Tractament 1:  
kg/mes  
Tractament 2:  
Kg/any

El tractament de les dades es fa per cada una de les espècies d'interès comercial de la zona, mitjançant l'indicador pop (és l'espècie més important comercialment a Carnota) i els subindicadors gambeta, cranca, eriçó de mar, nècora i percebe.

**Comentaris:** Al litoral de Carnota la pesca del pop no segueix unes èpoques anuals concretes. No es pot afirmar que l'època de prohibició de pesca (novembre 2002 – octubre 2003) afectés la temporada de màxima pesca de pop.

**Font:** : Base de dades de la llotja de la Confraria de Lira.

## Subindicador 11.1: Quantitats de gambeta subhastada a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

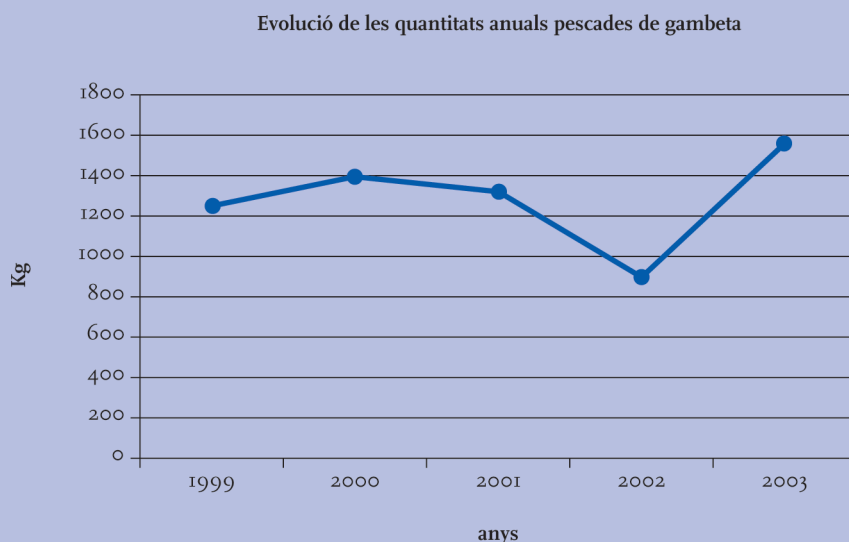
### Definició

Quilograms de gambeta (*Leander serratus*) subhastats a la llotja de Lira, *Concello* de Carnota, afectat pel vessament petrolífer del *Prestige*.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

**Sistema:** Zona pesquera del litoral del *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Mensual

### Paràmetre de càlcul

Quilograms de gambeta

### Fórmula

Tractament 1:  
**sumatoris  
mensuals**  
Tractament 2:  
**sumatoris anuals**

### Error

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_t - \bar{x})^2}{n-1}}$$

### Unitats

Tractament 1:  
**kg/mes**  
Tractament 2:  
**Kg/any**

**Comentaris:** El vessament, seguit de l'època de prohibició, va afectar molt la temporada de pesca de la gambeta, que es concentra bàsicament a finals de setembre, octubre, novembre i desembre.

**Font:** : Base de dades de la llotja de la Confraria de Lira.

## Subindicador 11.2:

### Quantitats de cranca subhastada a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

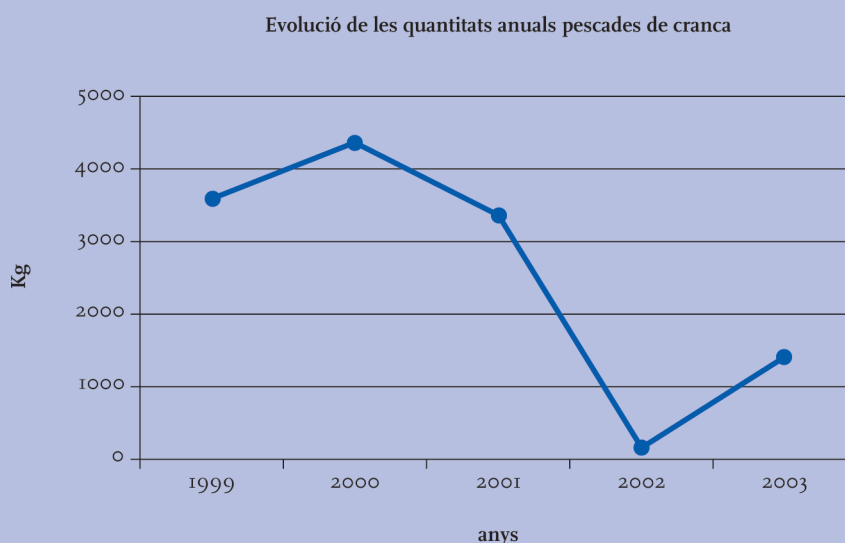
#### Definició

Quilograms de cranca (*Maja squinado*) subhastats a la llotja de Lira, *Concello* de Carnota, afectat pel vessament petrolífer del *Prestige*

#### Tendència desitjada



#### Gràfic d'evolució



#### Sistema

**Sistema:** Zona pesquera del litoral del *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Mensual

#### Paràmetre de càlcul

Quilograms de cranca

#### Fórmula

Tractament 1:  
**sumatoris  
mensuals**  
Tractament 2:  
**sumatoris anuals**

#### Error

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_t - \bar{x})^2}{n-1}}$$

#### Unitats

Tractament 1:  
**kg/mes**  
Tractament 2:  
**Kg/any**

**Comentaris:** La temporada de pesca de la cranca es centra als mesos de desembre (pics màxims), gener i febrer, disminuint fins a zero cap a l'estiu. Per tant la prohibició de pesca va afectar greument els mesos de màximes captures de l'any 2002 i del 2003.

**Font:** : Base de dades de la llotja de la Confraria de Lira.

### Subindicador 11.3: Quantitats de d'eriçó de mar subhastat a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

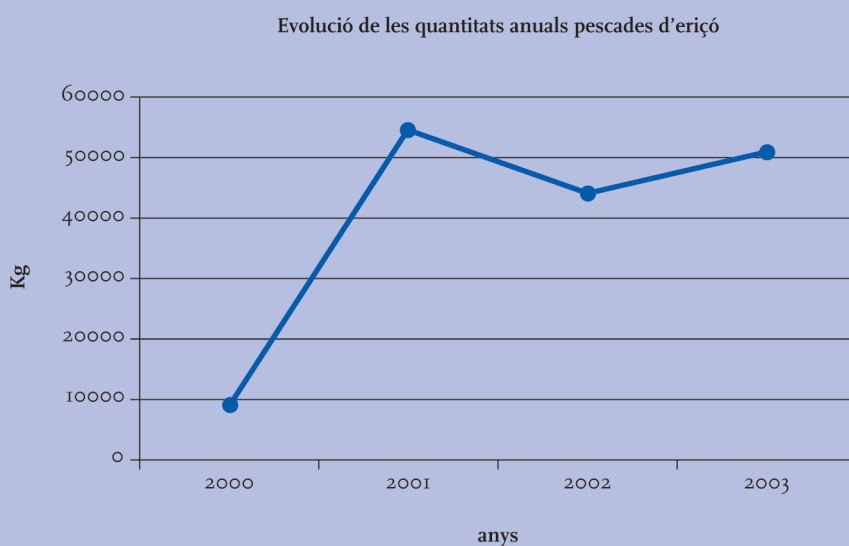
#### Definició

Quilograms d'eriçó de mar (*Paracentrotus lividus*) subhastats a la llotja de Lira, *Concello* de Carnota, afectat pel vessament petrolífer del *Prestige*.

#### Tendència desitjada



#### Gràfic d'evolució



#### Sistema

**Sistema:** Zona pesquera del litoral del *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Mensual

#### Paràmetre de càlcul

Quilograms d'eriçó de mar

#### Fórmula

Tractament 1:  
**sumatoris  
mensuals**  
Tractament 2:  
**sumatoris anuals**

#### Error

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_t - \bar{x})^2}{n-1}}$$

#### Unitats

Tractament 1:  
**kg/mes**  
Tractament 2:  
**Kg/any**

**Comentaris:** L'eriçó de mar es pesca durant tot l'any excepte els mesos de maig, juny, juliol, agost i setembre. L'afecció del vessament va ser mínima.

**Font:** : Base de dades de la llotja de la Confraria de Lira.

## Subindicador 11.4:

### Quantitats de nècora subhastat a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

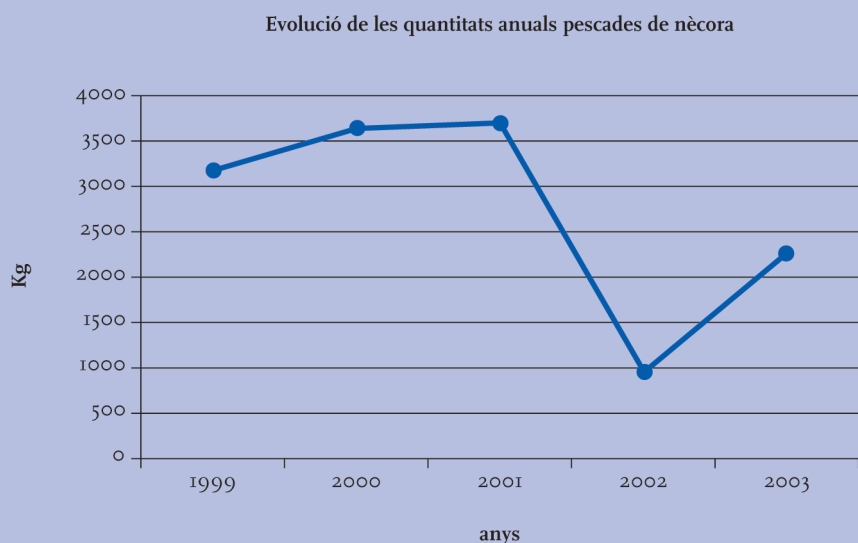
#### Definició

Quilograms de nècora (*Portunus puber*) subhastats a la llotja de Lira, *Concello* de Carnota, afectat pel vessament petrolífer del *Prestige*.

#### Tendència desitjada



#### Gràfic d'evolució



#### Sistema

**Sistema:** Zona pesquera del litoral del *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Mensual

#### Paràmetre de càlcul

Quilograms de nècora

#### Fórmula

Tractament 1:  
**sumatoris  
mensuals**  
Tractament 2:  
**sumatoris anuals**

#### Error

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_t - \bar{x})^2}{n-1}}$$

#### Unitats

Tractament 1:  
**kg/mes**  
Tractament 2:  
**Kg/any**

**Comentaris:** La temporada de pesca de la nècora va de juliol a desembre, amb pics màxims al juliol. Per tant el vessament va afectar el final de l'època de pesca de l'any 2002.

**Font:** : Base de dades de la llotja de la Confraria de Lira.

## Subindicador 11.5: Quantitats de percebe subhastat a la llotja de Lira del *Concello* de Carnota

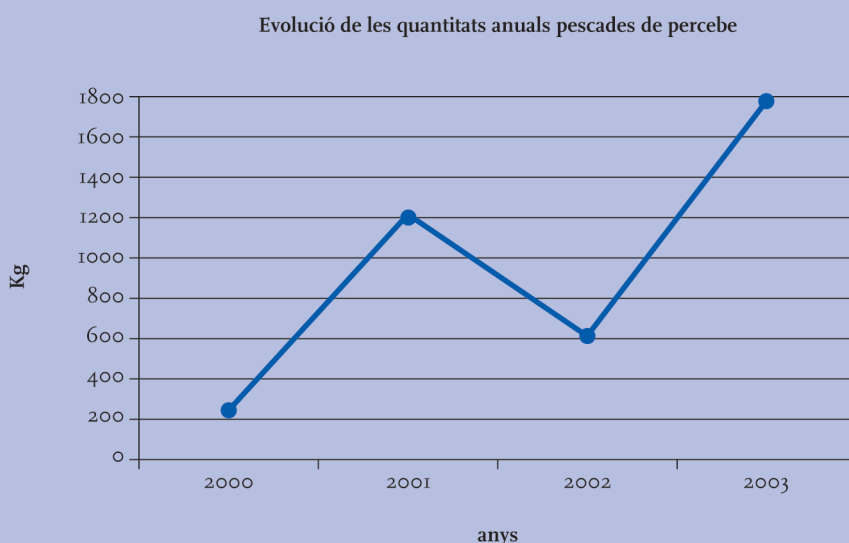
### Definició

Quilograms de percebe (*Pollicipes cornucopia*) subhastats a la llotja de Lira, *Concello* de Carnota, afectat pel vessament petrolífer del *Prestige*.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

**Sistema:** Zona pesquera del litoral del *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Mensual

### Paràmetre de càlcul

Quilograms de percebe

### Fórmula

Tractament 1:  
**sumatoris  
mensuals**  
Tractament 2:  
**sumatoris anuals**

### Error

$$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum (x_t - \bar{x})^2}{n-1}}$$

### Unitats

Tractament 1:  
**kg/mes**  
Tractament 2:  
**Kg/any**

**Comentaris:** Les captures de percebe no es fan seguint una temporada anual concreta. Els darrers anys les captures es centren durant els mesos de març i abril, juliol i agost i, esporàdicament, el desembre. No es detecta relació clara entre el vessament i les captures de percebe.

**Font:** : Base de dades de la llotja de la Confraria de Lira.



## Indicador 12: Afluència turística del municipi de Carnota

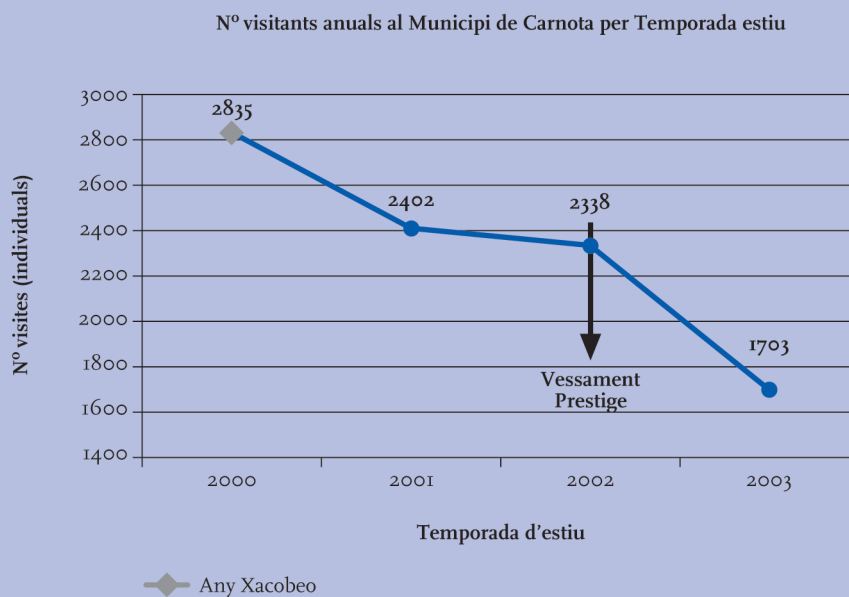
### Definició

Nombre de visitants a l'Oficina de Turisme de Carnota durant la temporada d'estiu.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Semestral, cada 6 mesos

### Paràmetre de càlcul

Afluència turística de Carnota

### Unitats

Nº visitants / temporada turística

**Comentaris:** Les dades corresponen als mesos de juliol i agost sense comptabilitzar els caps de setmana ni dies festius.

**Font:** Oficina de Turisme de l'Ajuntament de Carnota (*Concello* de Carnota).

## Indicador 13: Evolució del sector pesquer a Carnota

### Definició

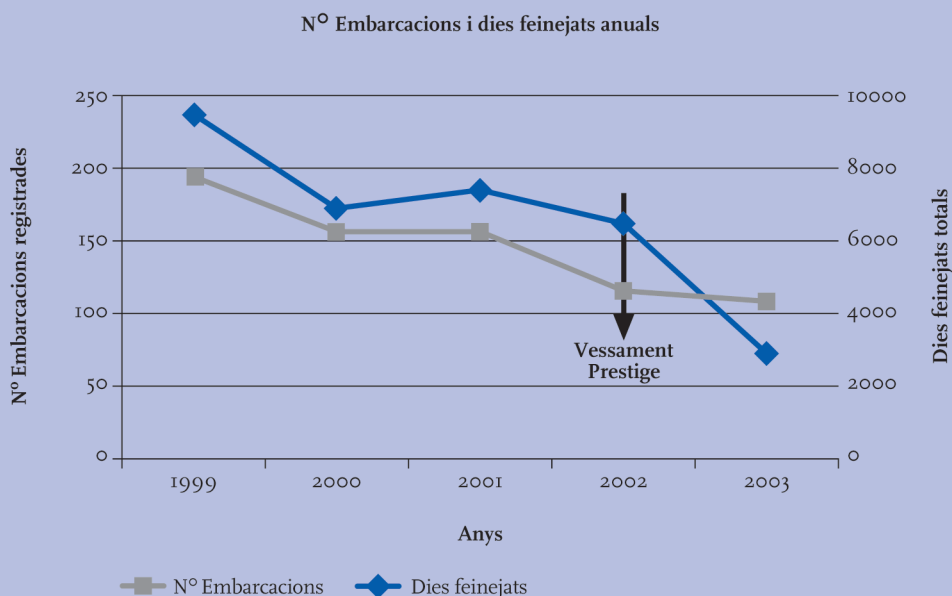
Nombre d'embarcacions de baixa mar registrades a la Confraria de Lira i dies feinejats totals anuals, abans i després de l'accident del *Prestige*.

### Tendència desitjada

Embarcacions      Dies



### Gràfic d'evolució



### Sistema

Sistema: *Concello* de Carnota

Periodicitat: Anual

### Paràmetre de càlcul

Evolució de l'activitat del sector pesquer

### Unitats

- Nº Embarcacions / any
- Dies feinejats totals / any

Font: Confraria de Pescadors de Lira (*Concello* de Carnota).

## Indicador 14: Pressupost municipal i investiments sol·licitats del *Concello* de Carnota a la restauració i millora del medi afectat pel *Prestige*

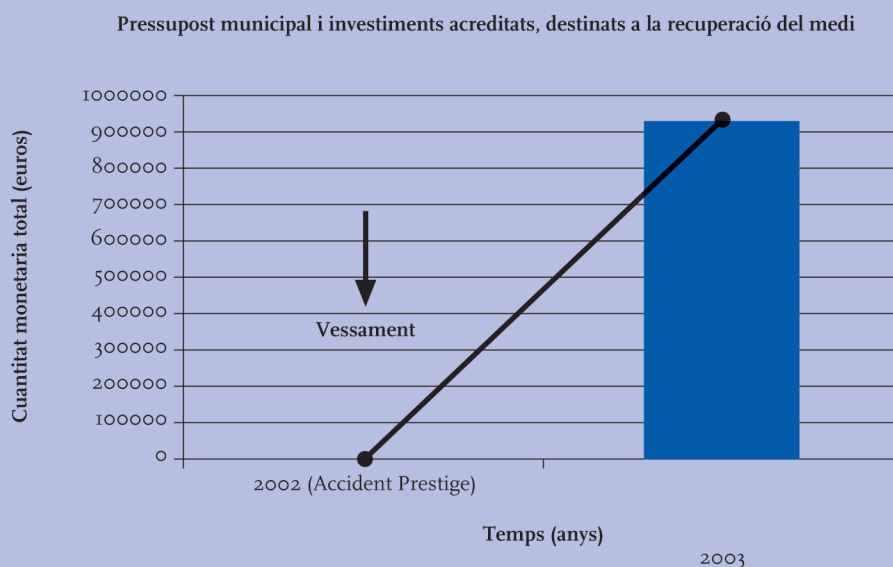
### Definició

Liquidació del pressupost anual directe del municipi de Carnota i investiments de tot tipus acreditats per òrgans administratius supramunicipals, la finalitat dels quals sigui una millora del medi afectat pel vessament petrolífer.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Anual

### Paràmetre de càlcul

Pressupost i investiments destinats a la recuperació i millora del medi afectat

### Unitats

Euro / any

**Comentaris:** Els resultats del 2003 només corresponen a investiments acreditats.

**Font:** Ajuntament de Carnota (*Concello* de Carnota).

## Indicador 15: Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel de la costa de Carnota

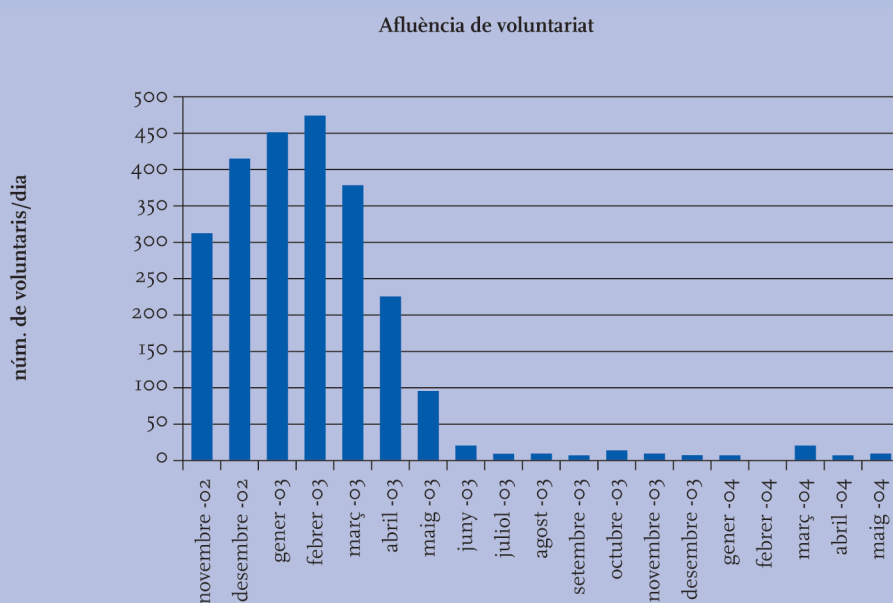
### Definició

Nombre de voluntaris per dia col·laborant que van col·laborar en les tasques d'extracció de petroli del litoral del *Concello* de Carnota.

### Tendència desitjada



### Gràfic d'evolució



### Sistema

Sistema: *Concello* de Carnota

Periodicitat: Diària

### Paràmetre de càlcul

Afluència de voluntariat

### Fórmula

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ voluntaris}}{\text{dia} - \text{mes}} = \frac{\sum_{\text{mensual}} (\text{n}^\circ \text{ voluntaris} - \text{dia})}{\sum_{\text{mensual}} (\text{dies} - \text{treballats})}$$

### Unitats

nº voluntaris  
dia – mes

**Comentaris:** Es tracta de l'anàlisi del voluntariat lliure, no del voluntariat organitzat contractat per l'empresa TRAGSA.

**Font :** Ajuntament de Carnota i Sven Schwebsch, voluntari-coordinador de les tasques de recollida de fuel a Carnota.

## Indicador 16: Moviments migratoris de la població de Carnota

### Definició

**Emigració:** Nombre de baixes anuals de residents censats al municipi de Carnota pel canvi de residència a un altre Ajuntament.

**Immigració:** Nombre d'altres anuals de residents censats en altres Ajuntaments pel canvi de residència al municipi de Carnota.

### Tendència desitjada

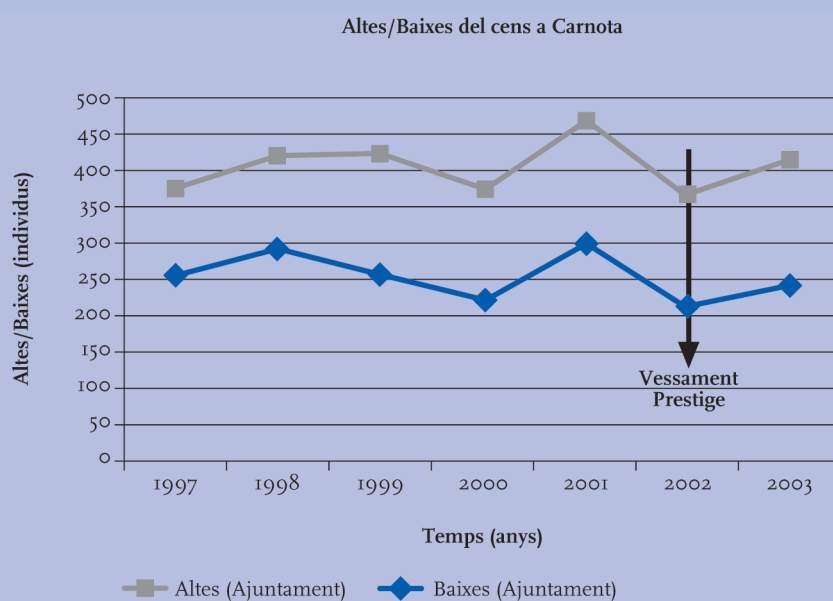
Emigració



Immigració



### Gràfic d'evolució



### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota

**Periodicitat:** Anual

### Paràmetre de càlcul

Moviment migratori de la població

### Unitats

Nº d'emigrants a Carnota / any  
Nº d'immigrants a Carnota / any

**Comentaris:** Els valors de les altes i les baixes de la població també comptabilitzen els naixements i les defuncions, corresponentment. Utilitzar les dades del Instituto Galego de Estadística ([www.ige.xunta.es](http://www.ige.xunta.es)) quan estiguin actualitzades a la web.

**Font:** Ajuntament de Carnota (*Concello* de Carnota).

## 4.4 RELACIÓ ENTRE ELS INDICADORS

En aquest apartat s'analitzen les relacions que presenten els indicadors entre ells de forma interdisciplinària, és a dir, lligant aspectes de caire socioeconòmic, ecològic i de salut humana.

En primer lloc es presenta una taula-resum (taula 4.1) de les relacions dels 16 indicadors seleccionats i a continuació es detalla cada cas específic.

Taula 4.1  
Relacions entre indicadors

Indicadors	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1. Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments																
1. Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments																
3. Índex de Braun-Blanquet en cubetes intermareals																
4. Riquesa d'espècies líqueniques en el sistema rocós																
5. Riquesa d'espècies vegetals en el sistema dunar																
6. Evolució de la llavor de <i>Mytilus galloprovincialis</i>																
7. Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció en un vessament petrolífer																
8. Incidència d'alteracions de la salut mental																
9. Demanda de medicaments (antidepressius i ansiolítics)																
10. Avaluació de l'exposició a PAH's																
11. Peix i marisc de baixa mar subhastat a la Llotja d'un municipi afectat per un vessament petrolífer																
12. Afluència turística del municipi																
13. Evolució del sector pesquer																
14. Pressupost municipal i inversions sol·licitats, destinats a la recuperació i millora del medi afectat																
15. Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel																
16. Moviments migratoris de la població del municipi																

ILIAM-PETROL

	Ecòlegs	Salut humana	Socio-econòmics	Relació forta	Relació moderada	No relació
--	---------	--------------	-----------------	---------------	------------------	------------

Font: elaboració pròpia.

• **Relació indicador 2 amb 7 i 15.** L'indicador de **Densitat de *Charadrius alexandrinus*** s'ha relacionat amb diferents indicadors amb els quals estableix lligams forts d'influència. El primer d'ells és l'indicador de **Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció en un vessament petrolífer**, ja que el corriol camanegre és una au molt sensible als canvis de l'entorn i, per tant, es veu molt afectada per la hiperfreqüentació de la zona; si s'augmenta la superfície oberta, augmentarà la facilitat per accedir a les platges, les quals constitueixen el seu hàbitat. Aquest fet podria alterar el desenvolupament de la vida normal del corriol.

En el mateix sentit es poden trobar relacions amb l'indicador **Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel**; en augmentar el nombre de voluntaris per la costa i per zones on aquesta au resideix s'entorpeix el seu mode de vida.

- **Relació indicador 4 amb el 7.** La **Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció en un vessament petrolífer** ha afectat part del sistema rocós del litoral, alterant així les comunitats liquèniques que hi viuen.

- **Relació indicador 5 amb 1, 7 i 15.** La **Riquesa d'espècies vegetals en el sistema dunar** està estretament lligada amb dos indicadors: la **Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció en un vessament petrolífer** i l'**Afluència de voluntaris col·laboradors** que van participar en aquestes tasques. La gran quantitat de pistes obertes i la hiperfreqüentació en els mesos posteriors a l'arribada de la marea negra, van desestructurar les comunitats vegetals dels sistemes dunars, i en els casos més extrems, van modificar la morfologia del perfil dunar.

La **Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments** també té una influència sobre aquest indicador, ja que els sediments de les platges amb partícules contaminants adsorbides poden passar a formar part dels sistemes dunars per transport eòlic.

- **Relació indicador 9 amb 8.** La **Demanda de medicaments de tipus antidepressiu i ansiolític** està íntimament relacionada amb la **Incidència acumulada d'alteracions de la salut mental**. De fet, l'objectiu final dels dos és esbrinar si en una determinada zona afectada per un vessament petrolífer es produeix un augment de problemes de salut humana de tipus ansiós, depressiu i de trastorns post-traumàtics en general. És d'esperar per tant, que la tendència dels dos al llarg del temps sigui paral·lela és a dir, els augments de la incidència d'alteracions de la salut mental aniran lligats amb augments de la demanda dels medicaments citats i viceversa.

- **Relació indicador 12 amb 14.** L'**Afluència turística del municipi** està indirectament relacionada amb el **Pressupost municipal i inversions sol·licitats pel municipi, destinats a la restauració i millora del medi afectat**, en la mesura que pot explicar el ritme en què el turisme a la zona d'estudi torna a ser important. La quantitat de diners invertits al municipi pot facilitar el procés de recuperació de les zones afectades, perquè s'aconsegueix que l'extracció del petroli impregnat a la costa i la millora del seu aspecte visual es doni en un període més curt de temps.

- **Relació indicador 13 amb 11.** L'**Evolució del sector pesquer** està fortament relacionat amb el **Peix i Marisc subhastat a la llotja del municipi d'estudi**. L'evolució anual de les quantitats de peix comercial que es subhasten a la llotja del municipi és una mesura molt relacionada amb l'evolució del nombre d'embarcacions i dies feinejats. Un baix rendiment d'extracció de recursos marins pot venir explicat per una disminució del nombre d'embarcacions que operen a la confraria o bé per una disminució del nombre dels dies totals treballats a l'any.

- **Relació indicador 13 amb 16.** L'**Evolució del sector pesquer** està indirectament relacionada amb els **Moviments migratoris de la població del municipi d'estudi**. Si l'activitat del sector pesquer disminueix a causa de la disminució dels recursos marins, molts mariners marxaran a buscar noves ofertes laborals a altres municipis no afectats pel vessament, el nombre d'embarcacions registrades a la confraria disminuirà i l'emigració augmentarà.

- **Relació indicador 7 amb 14.** La **Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció en el vessament del petroli** manté una relació forta amb l'indicador **Pressupost municipal i inversions sol·licitats pel municipi, destinats a la restauració i millora del medi afectat**. La disminució de les quantitats monetàries del pressupost i inversions destinats a la recuperació del medi afectat seria indicatiu d'una millora de l'estat del medi, i doncs, de la rehabilitació de les pistes obertes i disminució dels metres quadrats totals.

## 5. RESULTATS I CONCLUSIONS DELS ILIAM-PETROL

En aquest apartat s'exposen els resultats i les conclusions assolides fins a l'actualitat, és a dir, un cop monitorades dues de les fases del seguiment a mig termini de l'impacte ambiental del *Prestige* al *Concello* de Carnota, gràcies als ILIAM-PETROL creats.

La principal conclusió que es deriva de les dues primeres fases és que:

*l'experiència pilot al Concello de Carnota ha permès comprovar la viabilitat d'aplicació dels ILIAM-PETROL per al seguiment i control monitorat a mig termini dels impactes derivats d'un vessament petrolífer.*

### 5.1 Metodològics

Després del treball de recerca realitzat al municipi pilot de Carnota, s'observa el major o menor grau de **facilitat d'aplicació dels indicadors** locals desenvolupats pel vessament:

- **Indicadors ecològics:** Elevada complexitat en l'aplicació de les metodologies i conseqüent obtenció de dades, així com un requeriment significatiu de recursos tècnics.
- **Indicadors de salut humana:** Dificultat d'accés a les dades en ésser confidencials i no disposar de protocols mèdics normalitzats en els paràmetres seleccionats.
- **Indicadors socioeconòmics:** Fàcil accessibilitat a les dades necessàries per la seva aplicació en ser de disposició pública.

### 5.2 Específics

El conjunt d'indicadors estudiats tenen la finalitat d'identificar els impactes ecològics, sanitaris i socioeconòmics sobre el medi afectat pel vessament. Aquests **tres camps no són independents** sinó que mantenen relacions entre si. S'ha comprovat que:

- Els indicadors ecològics, sanitaris i socioeconòmics estan intrarelacionats, presenten relacions dins del seu mateix camp d'estudi. Un 43% dels indicadors ecològics estan relacionats entre ells; els sanitaris en un 33% i els socioeconòmics en un 67%.
- Els indicadors ecològics i els socioeconòmics estan **interrelacionats**, presenten relacions entre els dos camps d'estudi. Concretament, tres indicadors ecològics avaluen paràmetres del medi natural que tenen un lligam amb els paràmetres que avaluen els socioeconòmics.
- Els indicadors sanitaris no es relacionen amb cap dels altres camps d'estudi.

L'experiència pilot al municipi de Carnota ha portat a desenvolupar set subindicadors d'alguns dels indicadors estudiats.

La fase de l'aplicació pilot dels 16 indicadors al *Concello* de Carnota ha permès posar en evidència el grau dels impactes a mig termini del vessament del *Prestige* al citat municipi. En la taula resum 5.1 s'especifica la tendència actual de cada indicador després d'un any i mig del vessament, i es determina si es recuperen o no els valors dels paràmetres d'estudi als nivells previs al vessament.



Taula 5.1:  
Evolució dels indicadors mesurats a Carnota.

Indicadors	Impacte a mig termini
1. Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments.	😊
2. Densitat de <i>Charadrius alexandrinus</i> .	—
3. Índex de Braun-Blanquet en cubetes intermareals.	😞
3.1. Riquesa de gèneres de macroalgues en les cubetes intermareals .	😞
4. Riquesa d'espècies liquèniques en el sistema rocós.	—
4.1. Cobertura vegetal d'espècies liquèniques en el sistema rocós.	—
5. Riquesa d'espècies vegetals en el sistema dunar.	—
6. Evolució de la llavor de <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	😞
7. Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció de fuel en un vessament petrolífer.	😊
8. Incidència d'alteracions de la Salut Mental.	😊 😊
9. Demanda de medicaments (antidepressius i ansiolítics).	😊 😊
10. Avaluació de l'exposició als PAH's.	—
11. Peix i marisc de baixa mar subhastat a la llotja d'un municipi afectat per un vessament petrolífer – Quantitats de pop subhastat.	😊
11.1. Quantitats de gambeta	😊
11.2. Quantitats de cranca	—
11.3. Quantitats d'eriç de mar	😊
11.4. Quantitats de nècora	—
11.5. Quantitats de percebe	😊
12. Afluència turística del municipi.	😞
13. Evolució del sector pesquer.	😊 😊
14. Pressupost municipal i inversions sol·licitats, destinats a la recuperació i millora del medi afectat.	😞
15. Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel.	😊
16. Moviments migratoris de la població del municipi.	😊 😊

😊 😊 Sense efectes aparents del vessament  
 😊 Recuperació del impacte  
 😞 No recuperació de l'impacte  
 — Sense dades suficients per avaluar un impacte

Indicadors ecològics  
 Indicadors sanitaris  
 Indicadors socioeconòmics

Font: elaboració pròpia.

A continuació s'especifiquen les tendències observades de tots els indicadors segons la diferent simbologia que se'ls hi ha atorgat:

😊😊 En **quatre** indicadors **no** s'observen **efectes significatius del vessament del Prestige**. Fins al moment actual no s'ha manifestat una variació significativa dels valors del paràmetre d'estudi.

Nombre indicador	Sense efectes aparents
8 Incidència d'alteracions de la Salut Mental	L'anàlisi de la informació qualitativa obtinguda a Carnota indica que no s'ha produït un efecte en la incidència d'alteracions de la salut mental al citat municipi a causa del <i>Prestige</i> .
9 Demanda de medicaments (antidepressius i ansiolítics)	La informació qualitativa aportada pels metges i farmacèutics de Carnota indica que no s'ha produït cap variació significativa en la demanda de medicaments de tipus ansiolític o antidepressiu.
13 Evolució del sector pesquer	Es detecta una davallada d'un -5% de l'any 2002 al 2003 del nombre d'embarcacions registrades a la Confraria de pescadors de Lira. Valor que és <b>poc significatiu</b> si es compara amb la disminució del -26% entre el 2001 i 2002.  Respecte el nombre de dies feinejats, no s'observa un impacte causat pel vessament del <i>Prestige</i> .
16 Moviments migratoris de la població del municipi	L'emigració i la immigració després del vessament del <i>Prestige</i> presenten una evolució gens indicativa de la presència d'un impacte. Cal esperar però el seguiment de les següents fases.

😊 **Set d'ells presenten una tendència de recuperar** l'estat abans del vessament. Després de l'accident es va donar un impacte i en la fase present el paràmetre tendeix a assolir el status-quo.

Nombre indicador	Sense efectes aparents
I Concentració total d'hidrocarburs en la columna de sediments	La concentració d'hidrocarburs procedents del <i>Prestige</i> en la columna de sediments de <i>Boca do Rio</i> disminueix un 86%.
7 Superfície oberta per facilitar les tasques d'extracció en un vessament petrolífer.	Rehabilitació moderada de la superfície oberta per a facilitar les tasques d'extracció de fuel. S'està realitzant una recuperació massiva de les pistes condicionades, un 65%, mentre que només un 4% de les pistes asfaltades s'han recuperat.
15 Afluència de voluntaris col·laboradors en l'extracció de fuel.	L'afluència de voluntaris experimenta una disminució proporcional a la reducció de la quantitat de fuel a les platges, al descens de la pressió mediàtica i a la dificultat d'extracció del fuel.
II Peix i marisc de baixa mar subhastat a la llotja d'un municipi afectat per un vessament petrolífer – Quantitats de pop subhastat	La quantitat anual total venuda de pop al 2003 és inferior a la del 2002, però bastant semblant a les quantitats subhastades els anys anteriors. Així, el vessament del <i>Prestige</i> no ha tingut efectes molt rellevants en la pesca de pop al <i>Concello</i> de Carnota en els primers anys.
II.1 Quantitats de gamba	Des del 1999 les quantitats pescades de gamba havien anat disminuint fins arribar a l'any del vessament i, després de l'època de prohibició de pesca, la quantitat màxima pescada ha augmentat, superant en un 19% la mitjana dels anys anteriors. Aquest fet pot ser degut al fet que la pesca d'aquest tipus de marisc estava superant la capacitat de càrrega i l'època de veda de pesca provocada per la marea negra, contràriament al que és d'esperar, ha resultat ser un període beneficiós sense cap efecte físic, que ha permès a la població recuperar-se.
II.3 Quantitats d'eriçó de mar	El total de captures d'eriçó de mar a l'any del vessament, 2002, va disminuir un 19% respecte l'any anterior. Tot i això, i malgrat l'època de prohibició de pesca que comprèn gran part de l'any 2003, la quantitat d'eriçó subhastat al 2003 augmenta cap a una quantitat molt semblant a la del 2001. Per tant, es pot afirmar que s'experimenta una recuperació de les poblacions d'eriçó de mar.
II.5 Quantitats de percebe	Les quantitats pescades de percebe al 2003 són superiors a les de l'any del vessament, així com també a les dels anys anteriors. Això indica que la recuperació de la població després dels efectes de la marea negra és evident. Malgrat tot, també indica que l'augment és superior al que seria d'esperar i que, per tant, es pot arribar a provocar una sobre-explotació.

- En **Set** indicadors cal disposar de més dades per avaluar l'impacte del vessament del *Prestige* a mig termini.

Nombre indicador	Sense efectes aparents
2 Densitat de <i>Charadrius alexandrinus</i>	La prospecció de camp s'ha realitzat l'abril del 2004 i només es disposa d'una dada. Cal prendre més dades al llarg del temps i recollir les que es disposen d'anterioritat.
4 Riquesa d'espècies líquèniques en el sistema rocós	La prospecció de camp s'ha realitzat l'abril del 2004. Cal prendre més dades al llarg del temps per a observar una tendència.
4.1 Cobertura vegetal d'espècies líquèniques en el sistema rocós	La prospecció de camp s'ha realitzat l'abril del 2004. Cal prendre més dades al llarg del temps per a observar una tendència.
5 Riquesa d'espècies vegetals en el sistema dunar	La prospecció de camp s'ha realitzat l'abril del 2004. Cal prendre més dades al llarg del temps per a observar una tendència.
10 Avaluació de l'exposició a PAH's	Les dades a curt termini mostren que s'ha produït un augment en la concentració corporal de PAH's de voluntaris i treballadors de neteja, però manca informació per analitzar l'evolució a mig termini.
11.2 Quantitats de cranca	L'any del vessament, la quantitat total de captures de cranca va disminuir un 95% respecte la mitjana dels anys anteriors. Tot i que, segons les dades del 2003, el nombre de captures s'estigui recuperant, encara no s'assoleixen els valors anteriors. Per tant, cal esperar tenir informació més recent per veure si una població de cranca es recupera amb normalitat.
11.4 Quantitats de nècora	Les dades de kg mensuals posteriors al vessament fluctuen entre els mínims i els màxims assolits els anteriors anys analitzats. Les captures totals anuals de nècora experimenten un augment respecte l'any del vessament. Tot i això, encara no assoleixen els nivells dels anys 1999, 2000 o 2001. Cal esperar a tenir noves dades per veure si la recuperació és total.

☹ En **cinc** indicadors **no** es mostra una **recuperació** de l'impacte avaluat.

Nombre indicador	Sense efectes aparents
3 Índex de Braun-Blanquet en cubetes intermareals	S'observa que la valoració de l'Índex Braun-Blanquet de les macroalgues de les cubetes de la zona afectada difereixen de les de la zona control. Els valors de cobertura i sociabilitat són més alts.
3.1 Riquesa de gèneres de macroalgues en les cubetes intermareals.	S'aprecia que el nombre d'espècies diferents són majors en la zona control que en la zona més afectada pel vessament.
6 Evolució de la llavor de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	S'observa una explosió de creixement anormal de la llavor de <i>Mytilus galloprovincialis</i> a la zona de Punta Quilmas (Carnota).
12 Afluència turística del municipi	S'observa una davallada significativa d'un <b>-27,16%</b> del nombre de visitants a l'Oficina de Turisme del Concello de Carnota la temporada d'estiu posterior al vessament del <i>Prestige</i> .
14 Pressupost municipal i inversions sol·licitats, destinats a la recuperació i millora del medi afectat.	L'any posterior a l'accident del <i>Prestige</i> l'Ajuntament de Carnota va rebre un total de <b>931.014</b> euros com a inversions destinats a la millora i recuperació del medi danyat pel vessament.

La relació percentual de la tendència que presenten els indicadors en aquesta segona fase del projecte es mostra a la següent taula:

	Indicadors ecològics		Indicadors sanitat		Indicadors socioeconòmics
😊 😊	0%	😊 😊	67%	😊 😊	17%
😊	22%	😊	0%	😊	42%
☹	33%	☹	0%	☹	17%
—	44%	—	33%	—	25%

- Dins del camp **ecològic** és on troba el major nombre d'indicadors amb dades insuficients per determinar l'impacte. En la gran majoria s'ha començat el seu seguiment en la segona fase i no és possible tenir dades de l'estat del medi anteriorment al vessament. Es requereix esperar a l'evolució dels indicadors dels anys posteriors.

- Dels tres indicadors de **salut humana** avaluats, s'observa que en dos casos no s'han manifestat efectes. Tot i així, cal comentar que aquests indicadors han estat desenvolupats a nivell qualitatiu i per tant seria convenient estudiar-los quantitativament.

- Els indicadors **socioeconòmics** són els que presenten un major nombre de dades per tal d'avaluar els impactes a mig termini. Un cop tractades, la major part dels indicadors reflecteixen un retorn a l'estat pre-vessament.

## 6. ANNEXOS

### 6.1 Acrònims i abreviatures

ADEGA	Asociación para a Defensa Ecolóxica de Galiza
ADN	Àcid desoxirribonucleic
A21	Agenda 21
BMWP'	Biological Monitoring Working Party System
CA	Ciències Ambientals
CEDRE, Le	Centre de Documentació per a la Investigació i l'Experimentació sobre la Contaminació Accidental de les Aigües (França)
CEMMA	Coordinadora para o estudio dos mamíferos mariños
CNUMAD	Conferència de les Nacions Unides sobre Medi Ambient i Desenvolupament
COVs	Compostos Orgànics Volàtils
CO <sub>2</sub>	Diòxid de carboni
CSIC	Centre Superior d'Investigacions Científiques
CT	Curt termini
€	Euro
EEA	Agència Europea de Medi Ambient
FAS	Forces Armades
FPSIR	Força motriu, Pressió, Situació, Impacte, Resposta
HC	Hidrocarbur
ICLEI	Consell Internacional per a les Iniciatives Locals Ambientals
ICTA	Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals
IFREMER	Institut Française de la Mer
IGE	Institut Gallec d'Estadística
ILIAM-PETROL	<b>Indicadors Locals d'Impacte Ambiental a Mig Termini de vessaments de petroli</b>
IIT	Instituto de Investigación Tecnológica
IP	Índex de pertinença
ISQA	Índex físico-químico de qualitat de l'aigua
kg	Quilogram
km	Quilòmetre
l	Litre
µg	Microgram
LT	Llarg termini
M.A.	Medi ambient
mm	Mil·límetre
MT	Mitjà termini
NAS	National Academy of Sciences
OCDE	Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic
ONG	Organització No Governamental
PAH	Hidrocarbur Aromàtic Policíclic
ppm	Parts per milió
SASEMAR	Societat Estatal de Salvament i Seguretat Marítima
SEO/Birdlife	Societat Espanyola d'Ornitologia/Birdlife
SERGAS	Servicio Galego de Saúde
Tm	Tones
TRAGSA	Servicios Agrarios S.A.
UAB	Universitat Autònoma de Barcelona
UE	Unió Europea
USC	Universitat de Santiago de Compostela
VAB	Valor Afegit Brut
WWF	Fons Mundial per a la Natura

## 6.2 Paraules clau

**Adducte:** unió covalent entre un compost químic extern al cos i una biomolècula interna, com les proteïnes o l'ADN.

**Agenda 21:** denominació donada al programa d'acció per al desenvolupament sostenible. L'A21 s'adoptà a la Conferència de Río de Janeiro de 1992. Agendes 21 Locals són els programes o plans estratègics de sostenibilitat adoptats per les autoritats locals.

**Ansiolític:** psicofàrmac que actua sobre el sistema nerviós central.

**Antidepressius:** psicofàrmac emprat en el tractament de les síndromes depressives.

**Avaluació multicriteri:** mètode que permet ordenar per ordre de desitjabilitat un conjunt d'alternatives. L'avaluació multicriteri només informa de la desitjabilitat relativa entre alternatives, sense dir-nos res sobre la desitjabilitat en sí de cada una de les alternatives.

**Bioacumulació:** absorció i retenció d'un contaminant per part d'un organisme respecte el medi en que viu.

**Biocenosis:** el conjunt de la fauna i la flora; tots els organismes que viuen en una localitat.

**Biodegradació:** procés de destrucció per bacteris o altres agents biològics.

**Biodiversitat:** diversitat de vida en totes les escales, des dels nivells més reduïts (variabilitat genètica) als més alts (comunitats, ecosistemes) passant pels intermitjos (espècie).

**Biomarcador:** alteració cel·lular, molecular o bioquímica mesurable en medi biològic (cèl·lules, teixits, fluid, etc.).

**Biomarcador de dosi interna:** mesura de l'exposició a partir de la quantitat de tòxic que ha entrat a l'organisme.

**Biòtop:** substrat físic on viu una biocenosi.

**Catàstrofe:** canvi radical del medi ambient, que causa un dany important i habitualment una mortalitat generalitzada, i que es presenta d'una manera tan poc freqüent que els efectes de la selecció natural deguts a esdeveniments similars que van tenir lloc al passat no perduren a la memòria genètica de les espècies.

En aquest document s'empra com a sinònim de desastre.

**Chapapote:** al Mèxic pre-hispànic, la paraula chapapote s'utilitzava tant per designar un betum que es cremava com una substància que es mastegava. Actualment significa asfalt o quitrà.

Diccionari de la Reial Acadèmia Gallega: llengua d'origen: carib. Def.: *Líquido denso e oscuro, que s'obté da destilación da hulla e doutras materias.*

**Cohort:** grup d'individus d'una mateixa mida.

**Concello:** Ajuntament (en galleg).

**Confraries de pescadors:** corporacions de dret públic que actuen com a òrgans de consulta i col·laboració amb l'Administració en aquells temes d'interès general per a promoure i impulsar els interessos pesquers.

**Costa da Morte:** entitat supracomarcal gallega que comprèn els ajuntaments de Malpica, Pontecesco, Cabana, Laxe, Zas, Vimianzo, Camariñas, Muxía, Dumbría, Mazaricos, Cee, Corcubión i Carnota.

**Cranca (Maja squinado):** També anomenada cabra. Crustaci decàpode marí, el cefalotòrax del qual fa de 13 a 18 cm. És verrucós i ple de punxes, dues de les quals, les situades entre els ulls, són llargues i aparents. Les potes són llargues, i les pinces, primes i fortes. És de moviments lents, de vida sedentària, solitària, llevat a l'època de reproducció, en què forma agrupacions nombroses. Viu en els fons tous (sorrencs, fangosos i de grava) amb algues, a una profunditat de 20 a 50 metres. Té una carn molt apreciada.

**Crustacis:** animals artròpodes amb dos parells d'antenes i cos protegit per una carcassa quitinosa impregnada amb substàncies calcàries; la majoria són aquàtics, d'altres viuen en llocs humits i un grup reduït d'ells són paràsits.

**Desastre:** una pertorbació important en la vida d'una comunitat o població que es presenta amb la suficient freqüència com per deixar un record en la memòria genètica de la població.

En aquest document s'empra com a sinònim de catàstrofe.

**Ecosistema:** concepte holístic que engloba els vegetals, els animals habitualment associats a ells i tots els components físics i químics de l'ambient més proper o hàbitat, que con-

juntament formen una unitat recognoscible i amb capacitat d'autorregulació. El concepte fou fixat per Tansley (1935).

**Eriçó de mar** (*Paracentrotus lividus*): Equinoderm. Té una closca sòlida, formada per plaques, en algunes de les quals hi ha forats pels seus peus, prolongacions tubulars amb ventoses, que li serveixen també per respirar. Té uns 5 cm de diàmetre i uns ovaris comestibles molt apreciats. Viu en costes rocoses moderadament exposades, des dels nivells inferiors de la zona mesolitoral fins uns 30 metres de profunditat.

**Gambeta** (*Leander serratus*): crustaci de l'ordre dels decàpodes, d'uns 5-7 cm de longitud i de color rosat. Habita a les costes rocalloses, a les esclotxes de les roques. És comestible i força apreciat.

**Impacte ambiental**: alteració de les característiques inicials del medi ambient provocada per un projecte, una obra o una activitat.

**Índex de pertinença**: també anomenat valor agregat. Agregació dels valors individuals de cada alternativa (de la matriu multicriteri) de cada criteri.

**Indicador**: variable que proporciona informació clara i concreta sobre un sistema i cap a on es dirigeix.

**Llavor de *Mytilus galloprovincialis***: individus de *Mytilus galloprovincialis* d'1 a 2 cm de longitud.

**Nècora** (*Portunus puber*): crustaci decàpode de la família dels portúnids. És un cranc de mar, de cos llis i 10 cm d'ample aproximadament. És molt apreciat en alimentació.

**Oportunista, espècie**: espècie que és capaç d'explotar ambients que apareixen de forma intermitent.

**PAH**: compost químic orgànic que només conté carboni i hidrogen, on els àtoms de carboni s'ordenen formant anells tancats o aromàtics, basats en l'anell del benzè (sis àtoms de carboni units per tres enllaços simples i altres tres dobles). Si la molècula conté més de dos anells es diu que són policíclics.

**Parròquia**: demarcació administrativa local gallega, dins del municipi.

**Percebe** (*Pollicipes cornucopia*): crustaci marí de la família dels pollicípids. Té forma cilíndrica allargada, rematada amb un cap calcari que conté sis parells d'apèndixs toràcics amb els quals remou l'aigua per poder filtrar el seu aliment. Disposa d'un peduncle carnós amb el que s'adhereix a les roques. Molt apreciat en alimentació.

**Pistes asfaltades**: pistes que han estat asfaltades com a conseqüència de les activitats d'extracció del fuel de la marea negra del *Prestige* i que anteriorment eren camins rurals o corriols.

**Pistes recuperades**: pistes obertes que han estat sotmeses a unes activitats de rehabilitació per tal de recuperar el seu estat original.

**Pop** (*Octopus vulgaris*): mol·lusc de l'ordre dels octòpodes de la família dels octopòdids. Animal bentònic, lleuger quan repta sobre els seus vuit braços caçadors i ambulatoris. Habita en fons de roca o de sorra des d'arran de la superfície de l'aigua fins a fondàries notables. Depredador ferotge de petits crancs i d'altres crustacis.

**Toxicitat aguda**: efectes produïts per un tòxic absorbit durant un període inferior a les 24 hores.

**Toxicitat crònica**: efectes produïts per un tòxic absorbit durant un període superior als 3 mesos.

**Valoració contingent**: mètode de valoració d'impactes consistent en, mitjançant enquesta, trobar el comportament de les persones davant un canvi (impacte).



## 6.3 Documentació consultada

### Llibres

- AGENCIA EUROPEA DE MEDI AMBIENT, (1999) *Indicadores ambientales: tipología y descripción*, informe técnico n.º 25. Copenhague.
- AGENCIA EUROPEA DE MEDI AMBIENT (2002). *Señales ambientales 2001. Informe periódico sobre indicadores*. Madrid. Ed. Centro de publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Medio Ambiente.
- BRAUN-BLANQUET J. (1979). *Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Viena. Ed. Blume.
- DIPUTACIÓ DE BARCELONA, (2000) *Sistema municipal d'indicadors de sostenibilitat*. Barcelona.
- EUSKO JAURLARITZA (1998). *Ingurugiro hiztegi entziklopedikoa*. Vitoria-Gasteiz. Ed. Eusko Jaurlaritzaren Argitalpen Zerbitzu Nagusia. Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco.
- FUNDACIÓN PEDRO BARRIÉ DE LA MAZA (2003). *El impacto del Prestige*. Instituto de estudios económicos de Galicia. Galicia.
- GESTAL J., SMYTH E., FIGUEIRAS A., MONTES A. (2003). *Avaliación da exposición e danos á saúde en voluntarios e traballadores*. Universidad de Santiago de Compostela, Área de Medicina Preventiva e Saúde Pública.
- McKETTA (1992). *Petroleum processing handbook*. Marcel Dekker. New York.
- RIERA, P. (2000) *Evaluación de impacto ambiental*. Barcelona. Ed. Rubes
- STOCKER, SEAGER (1981). *Química ambiental: contaminación del aire y del agua*. Barcelona. Ed. Blume Ecología

### Articles

- AJUNTAMENT de BARCELONA (2003), Sector de Serveis Urbans i Medi Ambient; Direcció d'Educació Ambiental i Participació. *Aprendre del Prestige*. Barcelona.
- ARTAZCOZ L., (enero 2003) "Efectes potencials dels residus de petroli del Prestige sobre la salut". *Salut Pública informa*. Agència de Salut Pública. Consorci Sanitari de Barcelona.
- BAERT A., (2002) "Comentarios acerca de los riesgos que entraña la recogida del petróleo del *Prestige* y la limpieza de las aves, por si pudieran afectar al litoral francés, según los datos disponibles a 29 de noviembre de 2002". Ficha práctica de Le-Cedre.
- BEIRAS R. (enero, febrero, marzo 2003). "A catástrofe do Prestige. Unha oportunidade para a transformación da sociedade galega.". *Grial Revista Galega de cultura*, 157, p.14-26. Ed. Galaxia.
- BROWN ED. (Sep 2001). "Survey design and methods for determining oil spill damage to Pacific Herring (*Clupea pallasii*) embryos". *ASFA (Biological Science and Living Resources)*. American Academy of Underwater Sciences 21. Annual Scientific Diving Symposium, Seward, AK (USA), p. 19-23.
- CSIC (2002) "Informe técnico sobre la toxicidad de los residuos de petróleo del *Prestige*", número 11. Madrid: Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- FEIJOO G., MOREIRA M.T., LEMA J.M. (2003). "Recuperación del litoral contaminado por fuel mediante técnicas de biorremediación". *Boletín das ciencias* n.º 16, p 87-102.
- GREENPEACE (2003) España, "Efectos del petróleo sobre la salud".
- LOBATO X. (diciembre 2003) "Un año después; balance provisional tras el hundimiento del *Prestige*". *National Geographic España*. p 20-33.
- MORENO J. (2002), *El País*.
- SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CETÁCEOS (SEC) y COORDINADORA PARA O ESTUDIOS DOS MAMÍFEROS MARIÑOS (CEMMA). (2002). "*Informe preliminar del impacto del vertido petrolero "Prestige" en tortugas marinas y mamíferos marinos de las aguas gallegas*".
- VÁZQUEZ PUMARIÑO X., (febrero 2003). "*Concello Carnota. Informe sobre a situación ambiental do litoral en relación coa marea negra do Prestige e as labores de limpeza*", ADEGA.

## Documents no publicats

- MUNDA G., (2001/2002), “Dossier de apuntes de Economía de los Recursos Naturales del 3er curso de la Licenciatura de Ciencias Ambientales”. Universidad Autónoma de Barcelona.
- OTERO-SCHMITT J., BALEATO J., ANDRÉS J. (1998). “Biocenosis lapidícolas en cubetas de lithophyllum en un tramo de costas expuestas al N. de la Ría de Muros (Galicia, NO España)”. Separata de la Revista de Ciencias del mar Thalassas. Volumen 14.
- RODRIGO A., (2002/2003), “Indicadores biológicos de la contaminación”. Dossier de apuntes de Ecología Aplicada del 4º curso de la Licenciatura de Ciencias Ambientales. Universidad Autónoma de Barcelona.

## Web site

- ADEGA  
[http://www.adegagaliza.org/prestige\\_catastrofe/documentación/inf\\_ADEGA/informecarnota.pdf](http://www.adegagaliza.org/prestige_catastrofe/documentación/inf_ADEGA/informecarnota.pdf)
- Cedre, Le  
[http://www.le-cedre.fr/fr/prestige/z\\_sauvetage.htm](http://www.le-cedre.fr/fr/prestige/z_sauvetage.htm)
- Concello de Carnota (web oficial)  
[www.Concellodecarnota.com](http://www.Concellodecarnota.com)
- CSIC  
<http://csicprestige.iim.csic.es/informes/info11.pdf>  
<http://csicprestige.iim.csic.es/informes/info15.pdf>
- Departament de Medi Ambient de la Generalitat de Catalunya  
[www.gencat.es/mediamb](http://www.gencat.es/mediamb)
- ICLEI.  
<http://www.iclei.org/>
- IEO  
<http://ieo.es/prestige.htm>
- IGE  
<http://www.ige.xunta.es>
- International Tanker Owners Pollution Federation Limited  
<http://www.itopf.com>
- Museum Nationale d'Histoire Naturelle  
<http://www.mnhn.fr>
- OCDE  
<http://www.oecd.org/>
- RESPECT.  
<http://www.respect.asso.fr/>
- SEC/CEMMA  
<http://hoxe.vigo.org/pdf/impresos/cetaceos.pdf>
- SEO/BirdLife  
[http://www.seo.org/2002/prestige/informe\\_a12meses.pdf](http://www.seo.org/2002/prestige/informe_a12meses.pdf)
- USC  
<http://www.usc.es/ecopesca/Galego/documentos/capitulo13.pdf>



RESUMS EN CASTELLÀ, GALLEC I ANGLÈS.

# INDICADORES LOCALES DEL IMPACTO AMBIENTAL DEL PRESTIGE (ILIAM-PETROL)

**Autores:** Dr. M. Boada, Dr. J. Rieradevall, Dr. G. Feijoo M. Altuna, M. Calderer, A. Camp, M. Fargas, J. Fernández, M. Kucharski, R. Mendiburru, M. Núñez, J. Perarnau

## Resumen

El hundimiento del petrolero *Prestige* el 19 de noviembre de 2002 frente a las costas gallegas supuso un desastre medioambiental sin precedentes en España que desencadenó impactos medioambientales de carácter ecológico, sanitario, social y económico. Tras el derramamiento, se iniciaron una gran cantidad de estudios con la finalidad de identificar y cuantificar los efectos más inmediatos causados por el fuel derramado, pero la gran mayoría de estos estudios se realizaron a corto plazo. En este contexto, y después de unos estudios básicos sobre el litoral afectado por parte del Departamento de Ciencias Ambientales y el Instituto de Ciencia y Tecnología Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y el Departamento de Ingeniería Química de la Universidad de Santiago de Compostela (USC), se creyó conveniente iniciar una investigación sobre indicadores de seguimiento a medio plazo de los impactos de un derramamiento petrolífero y su aplicación de forma piloto en una localidad de Galicia. Con tal de lograr este objetivo, se procedió a la confección de un sistema de Indicadores Locales de Impacto Ambiental a Medio Plazo de derramamientos de Petróleo (ILIAM-PETROL).

Tras el derramamiento, se convino realizar este seguimiento a medio plazo durante dos años, y el municipio piloto seleccionado para verificarlo fue el *Concello* de Carnota (A Coruña, NW España, 42° 45' N, 7.6' W).

- En la actualidad ya se han desarrollado las dos primeras fases del seguimiento:
- En la *Fase I* se seleccionan los indicadores, un total de 16, de tres temáticas diferentes: ecológicos, sanitarios o socioeconómicos. La selección de estos indicadores se hace mediante una matriz multicriterial, compuesta de 62 indicadores candidatos (o preindicadores). Paralelamente, se recogen datos para el seguimiento.
- En la *Fase II* se mejoran los 16 indicadores y se estudian nuevos subindicadores de forma paralela a la obtención de los primeros diagnósticos del seguimiento del impacto.

De los datos disponibles, se constata la factibilidad de aplicación de los ILIAM-PETROL para el seguimiento a medio plazo en el ámbito local de los impactos provocados por un derramamiento de petróleo.

## Metodología de selección de seguimiento de los ILIAM-PETROL

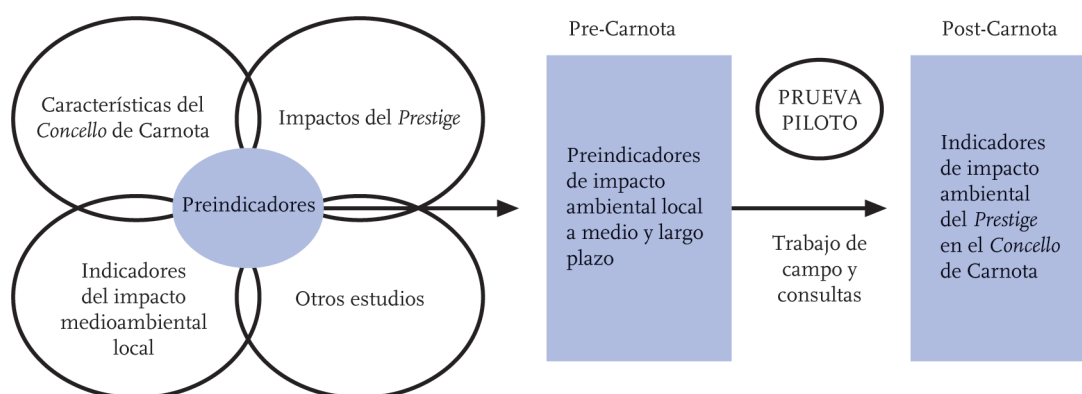
El objetivo principal es llevar a cabo un seguimiento a medio plazo de los impactos medioambientales causados por un derramamiento petrolífero, en este caso el *Prestige*, con un sistema de indicadores creado específicamente para este fin.

### Fase I

Durante la primera fase se desarrolla la **metodología de selección** de los indicadores, que consiste básicamente en una ordenación multicriterial de una batería de indicadores candidatos o preindicadores. Además, empieza a definirse la **metodología de seguimiento** de los indicadores mediante fichas de análisis individualizadas.

La metodología de selección se resume gráficamente en la Figura 1.

Figura 1:  
Metodología de la Fase I: selección de preindicadores y de indicadores



Fuente: elaboración propia

Los 62 preindicadores (Tabla 1) de la etapa pre-Carnota surgen, como se ve en la Figura 1, del análisis de la zona piloto de estudio, Galicia y *Concello* de Carnota, de los impactos provocados por el *Prestige* y por cualquier accidente petrolífero en general, de los precedentes de aplicación de los indicadores locales y de otros estudios ecológicos, sanitarios y socioeconómicos que pudieran ser útiles para la definición de indicadores de derramamientos. La validez de los 62 preindicadores se confirma posteriormente en Carnota, tras el trabajo de campo y las consultas a expertos y a otros agentes sociales relacionados con cada preindicador.

Los 16 indicadores seleccionados para el seguimiento del derramamiento en Carnota provienen de la ordenación multicriterial de los 62 preindicadores. Se trata de una matriz de doble entrada que contiene los preindicadores en las filas y los seis criterios de selección (Aplicabilidad temporal, Accesibilidad de datos, Viabilidad económica, Rigurosidad científica, Especificidad y Estudios antecedentes) en las columnas. Cada criterio tiene una relevancia asignada según la importancia relativa frente a los otros criterios. Para cada preindicador se otorga una puntuación entre 0 y 5 para cada uno de los seis criterios, excepto para el criterio Aplicabilidad temporal, valorado únicamente con 0 si el preindicador no es válido a medio plazo o 5 en caso de sí ser válido. Finalmente, se obtiene la evaluación global de cada preindicador, en formato cuantitativo (Índice de pertenencia) y cualitativo. Las 3 matrices multicriteriales (ecológica, sanitaria y socioeconómica) se muestran en las Tablas 2, 3 y 4.

De los 16 indicadores seleccionados, que constituyen los ILIAM-PETROL para Carnota, se recoge la información para el inicio del seguimiento.

## Fase II

En la segunda fase se desarrolla y perfecciona la metodología de seguimiento de los indicadores, constituida por fichas descriptivas de los 16 indicadores seleccionados (ver Ficha de ejemplo 1). Además, los ILIAM-PETROL establecidos en la Fase I se optimizan con el objetivo de superar los inconvenientes en la obtención de datos de algunos indicadores. Cada una de las fichas metodológicas contienen la información necesaria para el seguimiento de los indicadores en Carnota de forma sencilla, especificándose el protocolo de obtención de datos y otros aspectos relevantes. Estas fichas de los ILIAM-PETROL son extrapolables a cualquier otro municipio de la costa afectado por un derramamiento petrolífero.

De los 16 indicadores seleccionados y de los nuevos subindicadores definidos en la Fase II se recogen datos en Carnota para la continuación del seguimiento.

## Resultados y conclusiones de los ILIAM-PETROL

### Generales

Previamente a la confección de los ILIAM-PETROL no se había encontrado en la bibliografía consultada ningún otro sistema de indicadores ni ningún método similar de carácter integrador, destinado al seguimiento de los impactos a medio plazo de un derramamiento accidental de petróleo. Se ha constatado que los **ILIAM-PETROL son un sistema de indicadores viable, de fácil aplicación, de bajo coste y que una administración local con deseos de adoptarlo en caso de accidente petrolífero puede asumir sin problemas.**

### Aspectos metodológicos de la implantación de indicadores ILIAM PETROL

Los ILIAM-PETROL confeccionados para el seguimiento del impacto medioambiental a raíz del derramamiento del *Prestige* en el *Concello* de Carnota constan de 16 indicadores y 7 subindicadores, enumerados en la Tabla 5. De los 16 indicadores, la mayoría son ecológicos (7 indicadores, un 44%) y socioeconómicos (6 indicadores, un 38%), mientras que sólo 3 indicadores, un 18%, son sanitarios.

Durante el estudio piloto prospectivo en Carnota, se pusieron de manifiesto dificultades intrínsecas en cada campo de estudio ecológico, socioeconómico y de salud humana.

Los indicadores ecológicos requieren disponer de tiempo y recursos técnicos para obtener datos. Los sanitarios presentan dificultades para acceder a los datos por su carácter confidencial y por la falta de protocolos médicos normalizados en los parámetros seleccionados. Respecto a los indicadores socioeconómicos, a diferencia de los otros, son más sencillos de aplicar, ya que los datos están sistematizados por el municipio con otros objetivos y son de disposición pública.

### Evaluación del impacto a medio plazo del derramamiento del *Prestige* en Carnota por medio de los ILIAM PETROL

Se diferencian cuatro tendencias generales sobre el impacto a medio plazo del derramamiento del *Prestige* en Carnota: sin efectos aparentes, sin recuperación del impacto, con recuperación del impacto y falta de datos para establecer el efecto. En las Tablas 5 y 6 se expone el listado de indicadores y subindicadores y su tendencia actual.

Según los porcentajes, el 44% de los indicadores en el campo ecológico presentan datos todavía insuficientes para evaluar el impacto, puesto que es necesario realizar un seguimiento durante más tiempo para conocer su evolución; en el 67% de los sanitarios no se detectan efectos aparentes del impacto, y en el 42% de los socioeconómicos se observa una recuperación del parámetro de estudio. El resto de las relaciones porcentuales se muestran en la Tabla 6.

Los indicadores pertenecientes a cada uno de los tres campos de estudio de los ILIAM-PETROL se interrelaciona con el resto de los indicadores de su campo. Además, los indicadores de los campos ecológico y socioeconómico mantienen relaciones interdisciplinarias debido a que tienen aspectos de estudio en común, que provocan que la relación entre ambos se fortalezca. Por el contrario, los indicadores de salud humana, aún y estando íntimamente relacionados entre ellos, no presentan relaciones con los otros campos.

Tabla 1:  
Los 62 preindicadores definidos en la Fase I sometidos a ordenación multicriterial.

Preindicadores locales de seguimiento a medio plazo del impacto medioambiental del <i>Prestige</i> en el <i>Concello</i> de Carnota		
Ecológicos	Sanitarios	Socioeconómicos
- Nivel de PAHs y metales pesados en el agua	- N° de personas atendidas en los centros sanitarios del <i>Concello</i>	- Ayudas económicas de la UE, del Estado, de la Comunidad Autónoma gallega y de otros organismos al municipio
- Varamiento de mamíferos marinos	- Nivel de benceno, tolueno y xileno en sangre	- Proporción del VAB del sector pesquero respecto al VAB total
- Índice BMWP' en ríos	- Nivel de PAHs (benzopireno) en orina y heces	- Pescado y marisco de baja mar subastado en lonja
- Concentración de HC totales y PAHs en sedimento	- Nivel de metales en sangre y orina	- Concentración de PAHs en especies de interés comercial respecto a los límites máximos permitidos para el consumo
- Biomasa de fitoplancton y zooplancton	- Biomarcadores de dosis interna (hidroxipireno en sangre y orina)	- Afluencia media de turistas en periodo estival
- Biomasa de larvas y huevos pelágicos	- Biomarcadores de dosis biológicamente efectiva (portadoras de ADN)	- Ocupación de plazas de estancia turística
- Acumulación de PAHs en tejidos grasos de peces	- Biomarcadores de efecto biológico precoz (aberraciones cromosómicas)	- Valoración contingente de los efectos de la marea negra
- Biodiversidad de peces	- Incidencia de cáncer de piel	- Evolución de la ocupación del sector pesquero
- Biomasa de embriones de peces	- Incidencia de cáncer en las vías respiratorias	- Consumo de marisco de origen gallego en los restaurantes
- Número de aves recogidas	- Incidencia de cáncer en las vías digestivas	- Presupuesto municipal destinado a la restauración y mejora del medio ambiente después del accidente del <i>Prestige</i>
- Densidad de <i>Charadrius alexandrinus</i>	- Incidencia de leucemia	- Proporción de las zonas para el desarrollo de actividad pesquera sin restricción con respecto a la total
- Densidad de <i>Bifurcaria bifurcata</i>	- Alteraciones del sistema inmunológico y hormonal	- Fuel recuperado en las costas del municipio
- Densidad de <i>Lichina pygmaea</i>	- Alteraciones del sistema nervioso central	- Emigración del municipio
- Índice Braun-Blanquet en aguas costeras	- Efectos en recién nacidos (malformaciones congénitas, peso inferior, etc.)	- Afluencia de voluntarios
- Densidad de <i>Zoostera noltii</i>	- Número de bajas laborales	- Grado de asociacionismo de la población a colectivos ecologistas
- Densidad de <i>Ammophila arenaria</i>	- Número de incidencias hospitalarias en embarazadas	- Introducción de temáticas mediambientales en las escuelas
- Biodiversidad de líquenes	- Efectos agudos en turistas expuestos al fuel	- Adopción de un Plan de Emergencia en caso de nueva catástrofe local
- Densidad de <i>Armeria porcarnotana</i>	- Demanda de alcohol y tabaco	
- Biodiversidad de vegetación dunar	- Demanda de medicamentos, ansiolíticos y antidepresivos	
- Densidad de <i>Omphalodes littoralis</i> , subespecie <i>gallaécica</i>		
- Densidad de <i>Talitrus saltator</i>		
- Recolonización de la simiente de <i>Mytilus galloprovincialis</i>		
- Concentración tisular de PAHs en <i>Mytilus galloprovincialis</i>		
- Biomarcadores, bioensayos y estudios epidemiológicos de <i>Mytilus galloprovincialis</i>		
- Biomasa de bacterias <i>Pseudomonas</i> ssp.		
- Superficie de pistas abiertas a raíz del derramamiento		



Tabla 2:  
Matriz multicriterial del campo ecológico

Campo	Aspecto medio-Ambiental	N° Indicador	Indicador	Criterios y pesos						Evaluación	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilidad temporal	Accesibilidad de datos	Viabilidad económica	Rigurosidad científica	Especificidad	Estudios antecedentes	Índice de pertinencia	Evaluación cualitativa
Ecológico	Columna de agua de mar	1	Nivel de PAHs y metales pesados en el agua	5	3	1	5	2	4	149	↑
	Rios	2	Varamientos de mamíferos marinos	5	2	4	2	2	3	139	↑
		3	Índice BMWP' en ríos	5	4	3	5	1	3	170	→
	Columna de sedimentos	4	Concentración HC totales y PAHs en sedimentos	5	5	4	5	5	4	208	↑↑↑
	Plancton	5	Biomasa de fitoplancton y zooplancton	0	1	0	5	3	4	74	↓
		6	Biomasa de larvas y huevos pelágicos	5	0	0	5	2	4	110	↓
	Peces	7	Acumulación de PAHs en tejidos grasos de peces	5	0	0	5	5	4	122	↓
		8	Biodiversidad de peces comerciales	5	3	4	3	4	2	162	↑↑
		9	Biomasa de embriones de peces	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Avifauna	10	Número de aves recogidas	5	2	4	2	5	4	154	↑↑
		11	Densidad de <i>Charadrius alexandrinus</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
	Sistema rocoso	12	Densidad de <i>Bifurcaria bifurcata</i>	5	2	2	5	3	5	155	↑↑
		13	Densidad de <i>Lichina pygmaea</i>	5	3	4	5	3	5	183	↑↑
		14	Índice de Braun-Blanquet en aguas costeras	5	4	3	5	4	5	188	↑↑↑
	Sistema de marismas	15	Densidad de <i>Zoostera noltii</i>	5	2	2	5	3	2	146	↑
	Sistema dunar	16	Densidad d' <i>Ammophila arenaria</i>	5	4	4	5	2	4	186	↑↑
	Biodiversidad	17	Biodiversidad de líquenes	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		18	Densidad d' <i>Armeria porcanotana</i>	5	1	2	5	1	2	128	→
		19	Biodiversidad de la vegetación dunar	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		20	Densidad de <i>Omphalodes littoralis</i> subsp. <i>gallaécica</i>	5	1	3	5	1	2	128	→
	Organismos invertebrados bentónicos	21	Densidad de <i>Talitrus saltator</i>	5	3	1	5	3	3	150	↑
		22	Recolonización de la larva de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
		23	Concentración tisular de PAHs en <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	4	118	↓
		24	Biomarcadores, bioensayos y estudios epidemiológicos de <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	3	115	↓
	Microorganismos	25	Biomasa de bacterias <i>Pseudomonas</i> ssp.	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Paisaje	26	Superficie de pistas abiertas a raíz del derramamiento	5	4	4	4	5	4	190	↑↑↑

Fuente: elaboración propia

Tabla 3:  
Matriz multicriterial del campo sanitario

Campo	Aspecto medio-Ambiental	N° Indicador	Indicador	Criterios y pesos						Evaluación	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilidad temporal	Accesibilidad de datos	Viabilidad económica	Rigurosidad científica	Especificidad	Estudios antecedentes	Índice de pertinencia	Evaluación cualitativa
	Voluntarios	27	N° de personas atendidas en los centros sanitarios del <i>Concello</i>	0	5	5	5	3	5	162	↓
Salud humana	Voluntarios y población local	28	Nivel de benceno, tolueno y xileno en sangre	0	1	0	5	3	3	71	↓
		29	Nivel de PAHs (benzopireno) en orina y heces	0	1	0	5	3	3	71	↓
		30	Nivel de metales en sangre y orina	0	1	0	5	3	3	71	↓
		31	Biomarcadores de dosis interna (hidroxipireno en sangre y orina)	0	1	0	5	3	2	74	↓
		32	Biomarcadores de dosis biológicamente efectiva (portadores de ADN)	0	1	0	5	3	2	74	↓
	Población local	33	Biomarcador de efecto biológico precoz (aberraciones cromosómicas)	5	1	0	5	3	1	115	↓
		34	Incidencia de cáncer de piel	0	3	3	5	2	3	114	↓
		35	Incidencia de cáncer en las vías respiratorias	0	3	3	5	2	3	114	↓
		36	Incidencia de cáncer en las vías digestivas	0	3	3	5	2	3	114	↓
		37	Incidencia de leucemia	0	3	3	5	1	2	107	↓
		38	Alteraciones del sistema inmunológico y hormonal	5	2	3	5	1	2	147	↑↑
		39	Alteraciones en el sistema nervioso central	5	3	3	5	3	3	168	↑↑↑
		40	Número de bajas laborables	5	2	4	5	1	2	156	↑↑
	Niños	41	Efectos en recién nacidos (malformaciones congénitas, peso inferior, etc.)	5	2	3	4	1	2	139	↑
		42	Número de incidencias hospitalarias en embarazadas	0	2	3	5	2	2	101	↓
	Turistas	43	Efectos agudos en turistas expuestos al fuel	0	3	5	5	3	3	136	↓
	Alcohol y tabaco	44	Demanda de alcohol y tabaco	5	2	3	3	3	1	144	↑↑
	Medicamentos	45	Demanda de medicamentos, antidepresivos y ansiolíticos	5	2	5	5	3	2	173	↑↑↑

Fuente: elaboración propia

Tabla 4:  
Matriz multicriterial del campo socioeconómico

Campo	Aspecto medio-Ambiental	Nº Indicador	Indicador	Criterios y pesos						Evaluación	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilidad temporal	Accesibilidad de datos	Viabilidad económica	Rigurosidad científica	Especificidad	Estudios antecedentes	Índice de pertinencia	Evaluación cualitativa
Económico	Ayuda económica	46	Ayudas económicas de la UE, del estado, de la comunidad autónoma gallega y de otros organismos al municipio	5	3	4	4	5	4	180	↑↑↑
	Sector pesquer	47	Proporción del VAB del sector pesquero con respecto al VAB total	5	1	3	3	5	4	143	↑
		48	Pescado y marisco de baja mar subastado en lonja	5	4	5	3	4	4	187	↑↑↑
		49	Concentración de PAH's en especies de interés comercial con respecto a los límites máximos permitidos para el consumo	5	0	0	5	4	4	118	↓
	Turismo	50	Afluencia media de turistas en las playas durante el periodo estival	5	2	2	3	1	3	125	→
		51	Ocupación de las plazas de estancia turística	5	2	4	5	2	3	163	↑↑↑
Socioeconómico	Valores recreativos y paisajísticos	52	Valoración contingente de los efectos de la marea negra	5	0	0	5	5	3	119	↓
	Desempleo	53	Evolución de la ocupación del sector pesquero	5	3	5	3	5	4	181	↑↑↑
	Consumo	54	Consumo de marisco de origen gallego en los restaurantes	5	3	4	1	2	3	141	→
	Administración	55	Presupuesto municipal destinado a la restauración y mejora del M.A. después del <i>Prestige</i>	5	4	5	5	5	2	201	↑↑↑
Social	Gestión del fuel	56	Proporción de las zonas de actividad pesquera sin restricción con respecto al total	0	5	5	5	5	5	170	↓
		57	Fuel recuperado en las costas del municipio	5	5	5	2	5	5	196	↑↑↑
	Población	58	Emigración del municipio	5	5	5	5	5	2	211	↑↑↑
	Movilización social	59	Afluencia de voluntarios	5	5	5	1	5	5	188	↑↑
		60	Grado de asociacionismo de la población a colectivos ecologistas	5	1	5	3	1	2	139	↑
		61	Introducción de temáticas M.A. en las escuelas	5	1	4	3	2	0	168	↓
	Medidas de emergencia	62	Adopción de un plan de emergencia en caso de nueva catástrofe local	5	2	3	3	3	3	142	↑

Fuente: elaboración propia

Ficha ejemplo 1: Ejemplo de ficha resumen de la aplicación de los ILIAM-PETROL en el municipio piloto

## Indicador 15: Afluencia de voluntarios colaboradores en la extracción de fuel de la costa de Carnota

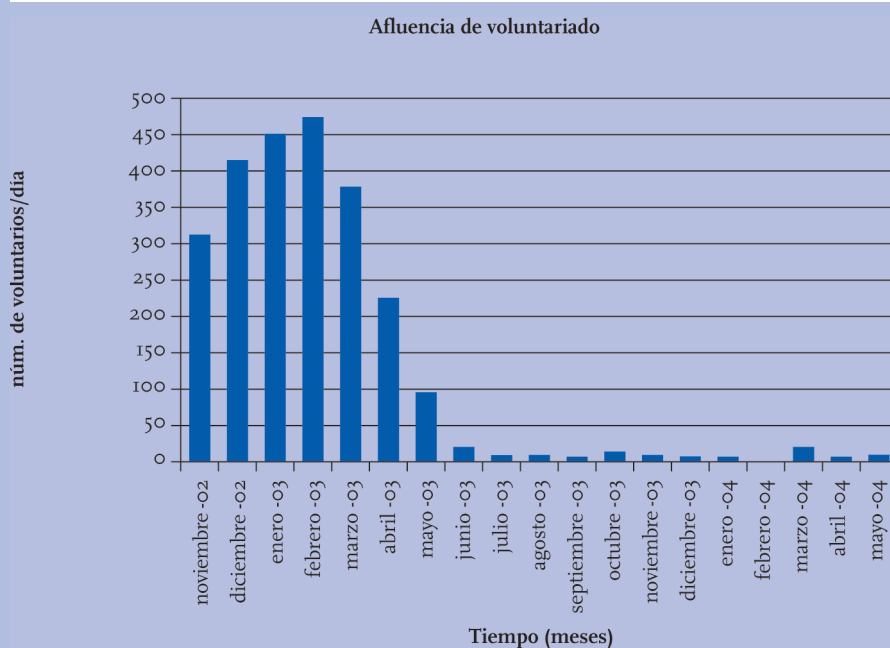
### Definición

Número de voluntarios por día que colaboran en las tareas de extracción de petróleo del litoral del *Concello* de Carnota.

### Tendencia deseada



### Gráfico de evolución



### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota

**Periodicidad:** Diaria

### Parámetro de cálculo

Afluencia de voluntariado

### Fórmula

$$\frac{\text{nº voluntarios}}{\text{día - mes}} = \frac{\sum_{\text{mensual}} (\text{nº voluntarios} - \text{día})}{\sum_{\text{mensual}} (\text{días} - \text{trabajados})}$$

### Unidades

nº voluntarios  
día - mes

**Comentarios:** Se trata del análisis del voluntariado libre, no del voluntariado organizado y contratado por la empresa TRAGSA.

**Fuente:** Rosa María Villar Álvarez, orientadora laboral del Ayuntamiento de Carnota y Sven Schwebsch, voluntario y coordinador de las tareas de recogida de fuel en Carnota.

Tabla 5:  
ILIAM-PETROL del *Concello* de Carnota

Indicadores	Impacto a medio plazo
1. Concentración total de hidrocarburos en la columna de sedimentos.	😊
2. Densidad de <i>Charadrius alexandrinus</i> .	—
3. Índice de Braun-Blanquet en cubetas intermareales.	😞
3.1. Riqueza de géneros de macroalgas en les cubetas intermareales.	😞
4. Riqueza de especies de líquenes en el sistema rocoso.	—
4.1. Cobertura vegetal de especies de líquenes en el sistema rocoso.	—
5. Riqueza de especies vegetales en el sistema dunar.	—
6. Evolución de la larva de <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	😞
7. Superficie abierta para facilitar las tareas de extracción en un derramamiento petrolífero.	😊
8. Incidencia de alteraciones de la salud mental.	😊 😊
9. Demanda de medicamentos (antidepresivos y ansiolíticos).	😊 😊
10. Evaluación de la exposición sobre los PAH's.	—
11. Pescado y marisco de baja mar subastado en la lonja de un municipio afectado por un derramamiento petrolífero – cantidad de pulpo.	😊
11.1. Cantidad de camarón	😊
11.2. Cantidad de centollo	—
11.3. Cantidad de erizo de mar	😊
11.4. Cantidad de nécora	—
11.5. Cantidad de percebe	😊
12. Afluencia turística del municipio.	😞
13. Evolución del sector pesquero.	😊 😊
14. Presupuesto municipal e inversiones solicitadas destinadas a la recuperación y mejora del medio afectado.	😞
15. Afluencia de voluntarios colaboradores en la extracción de fuel.	😊
16. Movimientos migratorios de la población del municipio.	😊 😊

Tabla 6:  
Relaciones porcentuales de la tendencia de los indicadores.

	Indicadores ecológicos		Indicadores sanitarios		Indicadores socioeconómicos
😊 😊	0%	😊 😊	67%	😊 😊	17%
😊	22%	😊	0%	😊	42%
😞	33%	😞	0%	😞	17%
—	44%	—	33%	—	25%

Leyenda de las tablas 5 y 6

😊 😊	Sin efectos aparentes del derramamiento		Indicadores ecológicos
😊	Recuperación del impacto		Indicadores sanitarios
😞	No recuperación del impacto		Indicadores socioeconómicos
—	Sin datos suficientes para evaluar un impacto		

# INDICADORES LOCAIS DO IMPACTO AMBIENTAL DO PRESTIGE (ILIAM-PETROL)

**Autores:** Dr. M. Boada, Dr. J. Rieradevall, Dr. G. Feijoo M. Altuna, M. Calderer, A. Camp, M. Fargas, J. Fernández, M. Kucharski, R. Mendiburru, M. Núñez, J. Perarnau

## Resumen

O afundimento do petroleiro *Prestige* o 19 de novembro do 2002 fronte as costas galegas supuxo un desastre medio ambiental sen precedentes en España que desencadeou impactos medio ambientais de carácter ecolóxico sanitario, social, e económico. Tras o derrame iniciouse unha gran cantidade de estudos coa finalidade de identificar e cuantificar os efectos mais inmediatos causados polo fuel derramado pero a gran maioría deses estudos realizouuse a curto prazo. Neste contexto, e despois duns estudos básicos sobre o litoral afectado polo Departamento de Ciencias Ambientais e o Instituto de Ciencia e Tecnoloxía Ambientais da Universidade Autónoma de Barcelona (UAB) e o Departamento de Enxeñería Química da Universidade de Santiago de Compostela (USC), considerouse axeitado iniciar unha investigación sobre indicadores de seguimento a medio prazo dos impactos dun derrame petrolífero, e aplicado de forma piloto nunha localidade Galega. Desde xeito procedeuse a confección dun sistema de Indicadores Locais de Impacto Ambiental a Medio Prazo dos derrames de Petróleo (ILIAM-PETROL).

Tras o derrame acordouse realizar este seguimento a medio prazo durante dous anos e o municipio seleccionado para verificalo foi o Concello de Carnota (A Coruña, NW España, 42° 45' N, 7.6' W).

- Na actualidade xa se desenrolaron as dúas primeiras fases do seguimento:
- Na *Fase I* seleccionouse os indicadores un total de 16, de tres temáticas diferentes: ecolóxicos, sanitarios e socioeconómicos. A selección distes indicadores fanse mediante unha matriz criterio múltiple composta de 62 indicadores candidatos (ou preindicadores). Paralelamente se recolleron datos para o seu seguimento.
- Na *Fase II* melloran os 16 indicadores e estudian novos subindicadores de forma paralela a obtención dos primeiros diagnósticos do seguimento do impacto

Dos datos dispostos constátase o factible da aplicación dos ILIAM-PETROL polo seguimento a medio prazo no ámbito local dos impactos provocados por un derrame de petróleo.

## Metodoloxía da selección do seguimento dos ILIAM-PETROL

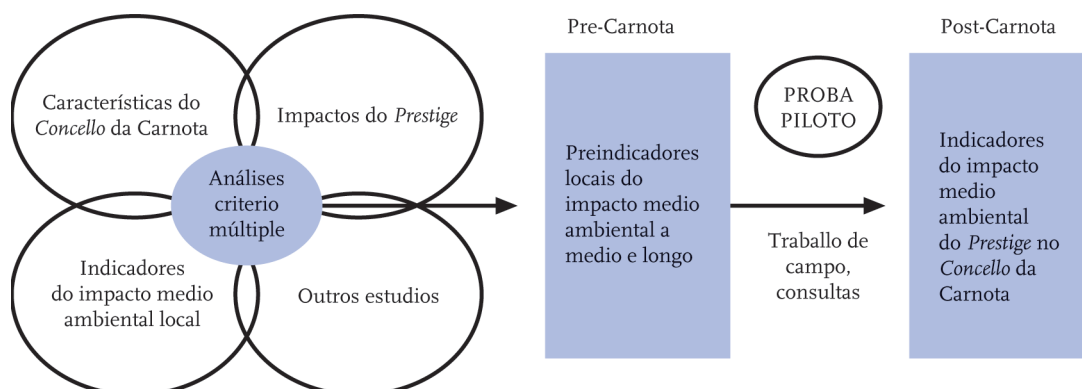
A finalidade principal e levar a cabo un seguimento a medio prazo dos impactos medio ambientais causados polo derrame petrolífero, neste caso do *Prestige*, cun sistema de indicadores creado en específico para este fin.

### Fase I

Durante a primeira fase desenrolase a **metodoloxía de selección** dos indicadores, a cal consiste basicamente nunha ordenación criterio múltiple dunha batería de indicadores candidatos ou preindicadores. Ademáis, se comenzou a definir a **metodoloxía do seguimento** dos indicadores mediante fichas de análises individualizadas.

A metodoloxía da selección resúmese graficamente na Figura 1.

Figura 1:  
Metodoloxía da *Fase I*: selección dos preindicadores e dos indicadores



Fonte: Elaboración propia

Os 62 pre indicadores (Táboa 1) da etapa pre-Carnota abranquen, tal e como se amosa na Figura 1, a análise da zona piloto de estudio, Galicia e *Concello* da Carnota, dos impactos provocados polo *Prestige* e por calquera accidente petrolífero en xeral, dos precedentes de aplicación dos indicadores locais e de outros estudos ecolóxicos, sanitarios e socioeconómicos que poderán ser útiles para a definición dos indicadores dos derrames. A validez dos 62 preindicadores confirmase posteriormente en Carnota, tras o traballo de campo e as consultas os expertos e outros axentes sociais relacionados con cada preindicador.

Os 16 indicadores seleccionados para o seguimento do derrame na Carnota proveñen da ordenación criterio múltiple dos 62 preindicadores. Trátase dunha matriz de dobre entrada que contén os preindicadores nas filas e os seis criterios de selección (Aplicabilidade temporal, Accesibilidade de datos, Viabilidade económica, Rigorosidade científica, Especificidade e Estudos antecedentes) nas columnas. Cada criterio ten unha relevancia asignada segundo a importancia relativa fronte os outros criterios. Por cada preindicador outorgase unha puntuación entre 0 e 5 para cada un dos seis criterios, excepto para o criterio Aplicabilidade temporal, valorado soamente con 0, se o preindicador non é válido a medio prazo, ou 5 no caso de ser válido. Finalmente obtense a avaliación global de cada preindicador, en formato cuantitativo (Índice de pertenza) e cualitativo. As 3 matrices criterio múltiple (ecolóxica, sanitaria e socioeconómica) que se amosan nas Táboas 2, 3 e 4.

Dos 16 indicadores seleccionados, que compoñen os ILIAM-PETROL para a Carnota, recóllese a información para o inicio do seguimento.

## Fase II

Na segunda fase desenrrolase e perfeccionase a metodoloxía de seguimento dos indicadores, constituída por fichas descritivas dos 16 indicadores seleccionados (ver Ficha de exemplo 1). Ademais, os ILIAM-PETROL establecidos na Fase I optimízase co obxectivo de superar os inconvenientes na obtención dos datos dalgúns indicadores. Cada unha das fichas metodolóxicas conteñen a información necesaria para o seguimento dos indicadores en Carnota de forma sinxela, especificándose o protocolo de obtención de datos e outros aspectos relevantes. Estas fichas dos ILIAM-PETROL poden extrapolarse a calquera outro concello da costa afectada por un derrame petrolífero.

Dos 16 indicadores seleccionados, así como dos novos subindicadores definidos na Fase II recollese datos en Carnota para continuar co seguimento



## Resultados e conclusións dos ILIAM-PETROL

### Xerais

Previamente a confección dos ILIAM-PETROL non se atopou na bibliografía consultada ningún outro sistema de indicadores nin outro método similar de carácter integrador, destinado o seguimento dos impactos a medio prazo dun derrame accidental de petróleo. Constatouse que os **ILIAM-PATROL son un sistema de indicadores viable de fácil aplicación de baixo custo e que unha administración local con desexos de adoptalo en caso de accidente petrolífero pode asumir sen problemas.**

### Aspectos metodolóxicos da implantación dos indicadores ILIAM PETROL

Os ILIAM-PATROL confeccionados para o seguimento do impacto medio ambiental a raíz do derrame do *Prestige* no *Concello* de Carnota constan de 16 indicadores e 9 subindicadores, detallados na Táboa 5. Dos 16 indicadores, a maioría son ecolóxicos (7 indicadores, un 44%) e socioeconómicos (6 indicadores, un 38%), mentres que solo 3 indicadores, un 18% son sanitarios.

Durante o estudio piloto prospectivo en Carnota puxeron de manifesto dificultades intrínsecas en cada eido de estudio ecolóxico, socioeconómico e de saúde humana.

Os indicadores ecolóxicos precisan dispoñer de tempos e recursos técnicos para obter datos. Os sanitarios presentan dificultades para acceder os datos polo seu carácter de confidencia e pola falta de protocolos médicos normalizados nos parámetros seleccionados. Respecto os indicadores socioeconómicos, a diferenza dos outros, son máis sinxelos de aplicar, xa que os datos están sistematizados polo concello con outros obxectivos e son de disposición pública.

### Avaliación do impacto a medio prazo da derrame do *Prestige* na Carnota por medio dos ILIAM PETROL

Diferéncianse catro tendencias xerais sobre o impacto a medio prazo do derrame do *Prestige* en Carnota sen efectos aparentes, sen recuperación do impacto, con recuperación do impacto e falta de datos para establecer o efecto. Nas Táboas 5 e 6 expónse o listado de indicadores e subindicadores e a tendencia actual.

Segundo os porcentaxes, o 44% dos indicadores no eido ecolóxico presentan datos aínda insuficientes para avaliar o impacto, posto que é necesario realizar un maior seguimento durante máis tempo para coñecer a evolución, no 67% dos sanitarios non se detectan efectos aparentes do impacto, e no 42% dos socioeconómicos observase unha recuperación do parámetro de estudo. O resto das relacións porcentuais amósanse na Táboa 6.

Os indicadores pertencentes a cada un dos tres eidos de estudo dos ILIAM-PETROL interrelacionanse entre si. Ademais os indicadores dos eidos ecolóxico e socioeconómico manteñen relacións interdisciplinarias debido a que teñen aspectos de estudo en común que provocan que a relación entrambos se fortaleza. Polo contra, os indicadores de saúde humana, aínda estando intimamente relacionados entre eles, non presentan relacións cos outros eidos.

Táboa 1:

Os 62 preindicadores definidos na Fase I sometidos a ordenación criterio múltiple.

Preindicadores locais no seguimento a medio prazo do impacto medio ambiental do <i>Prestige</i> no Concello da Carnota		
Ecolóxicos	Sanitarios	Socioeconómicos
- Nivel de PAHs e metais pesados na auga	- N° de persoas atendidas nos centros sanitarios do Concello	- Axudas económicas da UE, do Estado, da Comunidade Autónoma galega e dos outros organismos o concello
- Varadoiro dos mamíferos mariños	- Nivel do benceno, tolueno e xileno na sangue	- Proporción do VAB do sector pesqueiro respecto o VAB total
- Índice BMWP' nos ríos	- Nivel dos PAHs (benzopireno) na urina e nas feces	- Pescado e marisco da baixa mar poxado na lonxa
- Concentración do HC totais e PAHs nos sedimentos	- Nivel de metais na sangue e na urina	- Concentración de PAHs en especies de interese comercial respecto os límites máximos permitidos para o consumo
- Biomasa do fitoplancto e zooplancto	- Biomarcadores das doses internas (hidroxipireno na sangue e na urina)	- Afluencia media dos turistas no período estival
- Biomasa das larvas e ovos peláxicos	- Biomarcadores das doses biolóxicas efectivas (portadoras do ADN)	- Ocupación das prazas da estancia turística
- Acumulación do PAHs nos tecidos graxos dos peixes	- Biomarcadores do efecto biolóxico precoz (aberracións cromosómicas)	- Valoración continxente dos efectos da marea negra
- Biodiversidade dos peixes	- Incidencia do cancro da pel	- Evolución da ocupación do sector pesqueiro
- Biomasa dos embrións dos peixes	- Incidencia do cancro nas vías respiratorias	- Consumo do marisco con orixe galego nos restaurantes
- Número das aves recollidas	- Incidencia do cancro nas vías dixestivas	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade dos <i>Charadrius alexandrinus</i>	- Incidencia de leucemia	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade da <i>Bifurcaria bifurcata</i>	- Alteracións do sistema inmunolóxico e hormonal	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade da <i>Lichina pygmaea</i>	- Alteracións do sistema nervioso central	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Índice Braun-Blanquet nas augas costeiras	- Efectos nos recién nacidos (malformacións conxénitas, peso inferior, etc.)	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade da <i>Zoostera noltii</i>	- Número das baixas laborais	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade da <i>Ammophila arenaria</i>	- Número das incidencias hospitalarias nas embarazadas	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Biodiversidade dos líques	- Efectos agudos nos turistas expostos o fuel	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade da <i>Armeria porcanotana</i>	- Demanda do alcohol e do tabaco	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Biodiversidade da vexetación nas dunas	- Demanda dos medicamentos, ansiolíticos e dos antidepressivos	- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade do <i>Omphalodes littoralis</i> , subespecie <i>gallaécica</i>		- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Densidade do <i>Talitrus saltator</i>		- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Volta a colonizar ca semente de <i>Mytillus galloprovincialis</i>		- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Concentración do tisú dos PAHs no <i>Mytillus galloprovincialis</i>		- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Biomarcadores, bioensaos e estudos epidemiolóxicos da <i>Mytillus galloprovincialis</i>		- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Biomasa das bacterias <i>Pseudomonas</i> ssp.		- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>
- Superficie de pistas abertas o borde do derrame		- Presuposto municipal destinado a restauración mellora do medio ambiente despois do accidente do <i>Prestige</i>

Táboa 2:  
Matriz criterio múltiple do eido ecolóxico

Eido	Aspecto medio-Ambiental	Nº Indicador	Indicador	Criterios e pesos						Avaliación	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilidade temporal	Accesibilidade dos datos	Viabilidade económica	Rigurocidade científica	Especificidade	Estudios antecedentes	Índice de pertinencia	Avaliación cualitativa
Ecolóxico	Columna da auga do mar	1	Nivel dos PAHs e metais pesados na auga	5	3	1	5	2	4	149	↑
	Ríos	2	Varadoiros dos mamíferos mariños	5	2	4	2	2	3	139	↑
		3	Índice BMWP' nos ríos	5	4	3	5	1	3	170	→
	Columna dos sedimentos	4	Concentración HC totais e de PAHs nos sedimentos	5	5	4	5	5	4	208	↑↑↑
	Plancto	5	Biomasa do fitoplancto e zooplancto	0	1	0	5	3	4	74	↓
		6	Biomasa de larvas e ovos peláxicos	5	0	0	5	2	4	110	↓
	Peixes	7	Acumulación dos PAHs nos tecidos graxos de peixes	5	0	0	5	5	4	122	↓
		8	Biodiversidade dos peixes comerciais	5	3	4	3	4	2	162	↑↑
		9	Biomasa dos embrións dos peixes	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Avifauna	10	Número das aves recollidas	5	2	4	2	5	4	154	↑↑
		11	Densidade da <i>Charadrius alexandrinus</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
	Sistema das penas e farallóns	12	Densidade da <i>Bifurcaria bifurcata</i>	5	2	2	5	3	5	155	↑↑
		13	Densidade da <i>Lichina pygmaea</i>	5	3	4	5	3	5	183	↑↑
		14	Índice de Braun-Blanquet nas augas costeiras	5	4	3	5	4	5	188	↑↑↑
	Sistema das marismas	15	Densidade da <i>Zoostera noltii</i>	5	2	2	5	3	2	146	↑
	Sistema das dunas	16	Densidade da <i>Ammophila arenaria</i>	5	4	4	5	2	4	186	↑↑
	Biodiversidade	17	Biodiversidade dos liques	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		18	Densidade da Armeria porcarnotana	5	1	2	5	1	2	128	→
		19	Biodiversidade da vexetación nas dunas	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		20	Densidade da <i>Omphalodes littoralis</i> subsp. <i>gallaécica</i>	5	1	3	5	1	2	128	→
	Organismos invertebrados bentónicos	21	Densidade da <i>Talitrus saltator</i>	5	3	1	5	3	3	150	↑
		22	Volta a colonizar ca larva da <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
		23	Concentración do tisú dos PAHs nos <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	4	118	↓
		24	Biomarcadores, bioensaos e estudos epidemiolóxicos da <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	3	115	↓
	Microorganismos	25	Biomasa das bacterias <i>Pseudomonas</i> ssp.	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Paisaxe	26	Superficie das pistas abertas o borde do derrame	5	4	4	4	5	4	190	↑↑↑

Táboa 3:  
Matriz criterio múltiple do eido sanitario

Eido	Aspecto medio-Ambiental	Nº Indicador	Indicador	Criterios e pesos						Avaliación	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilidade temporal	Accesibilidade dos datos	Viabilidade económica	Rigurosidade científica	Especificidade	Estudios antecedentes	Índice de pertinencia	Avaliación cualitativa
	Voluntarios	27	Nº de persoas atendidas nos centros sanitarios do <i>Concello</i>	0	5	5	5	3	5	162	↓
Saúde humana	Voluntarios e poboación local	28	Nivel de benceno, tolueno e xileno na sangue	0	1	0	5	3	3	71	↓
		29	Nivel dos PAHs (benzopireno) na urina e feces	0	1	0	5	3	3	71	↓
		30	Nivel de metais na sangue e na urina	0	1	0	5	3	3	71	↓
		31	Biomarcadores da doses interna (hidroxipireno na sangue e na urina)	0	1	0	5	3	2	74	↓
		32	Biomarcadores da doses biolóxica efectiva (portadores da ADN)	0	1	0	5	3	2	74	↓
	Poboación local	33	Biomarcador do efecto biolóxico precoz (aberracións cromosómicas)	5	1	0	5	3	1	115	↓
		34	Incidencia do cancro da pel	0	3	3	5	2	3	114	↓
		35	Incidencia do cancro nas vías respiratorias	0	3	3	5	2	3	114	↓
		36	Incidencia do cancro nas vías dixestivas	0	3	3	5	2	3	114	↓
		37	Incidencia da leucemia	0	3	3	5	1	2	107	↓
		38	Alteracións do sistema inmunolóxico e hormonal	5	2	3	5	1	2	147	↑↑
		39	Alteracións no sistema nervioso central	5	3	3	5	3	3	168	↑↑↑
		40	Número de baixas laborais	5	2	4	5	1	2	156	↑↑
	Nenos	41	Efectos nos recién nados (malformacións conxénitas, peso inferior, etc.)	5	2	3	4	1	2	139	↑
		42	Número de incidencias hospitalarias nas embarazadas	0	2	3	5	2	2	101	↓
	Turistas	43	Efectos agudos nos turistas expostos o fuel	0	3	5	5	3	3	136	↓
	Alcohol e tabaco	44	Demanda de alcohol e de tabaco	5	2	3	3	3	1	144	↑↑
	Medicamentos	45	Demanda de medicamentos, antidepresivos e de ansiolíticos	5	2	5	5	3	2	173	↑↑↑

Fonte: Elaboración propia

Táboa 4:  
Matriz criterio múltiple do campo socioeconómico

Eido	Aspecto medio-Ambiental	Nº Indicador	Indicador	Criterios e pesos						Avaliación	
				10	10	9	8	4	3		
				Aplicabilidade temporal	Accesibilidade dos datos	Viabilidade económica	Rigurosidade científica	Especificidade	Estudios antecedentes	Índice de pertinencia	Avaliación cualitativa
Económico	Axuda económica	46	Axudas económicas da UE, do Estado, da Comunidade Autónoma galega e doutros organismos o concello	5	3	4	4	5	4	180	↑↑↑
	Sector pesqueiro	47	Proporción do VAB do sector pesqueiro con respecto o VAB total	5	1	3	3	5	4	143	↑
		48	Pescado e marisco da baixa mar poxada na lonxa	5	4	5	3	4	4	187	↑↑↑
		49	Concentración dos PAHs nas especies de interese comercial con respecto os límites máximos permitidos para o consumo	5	0	0	5	4	4	118	↓
	Turismo	50	Afluencia media de turistas nas praias durante o período estival	5	2	2	3	1	3	125	→
		51	Ocupación das prazas de estancia turística	5	2	4	5	2	3	163	↑↑↑
Socioeconómico	Valores recreativos e paisaxísticos	52	Valoración continxente dos efectos da marea negra	5	0	0	5	5	3	119	↓
	Desemprego	53	Evolución da ocupación do sector pesqueiro	5	3	5	3	5	4	181	↑↑↑
	Consumo	54	Consumo de marisco de orixe galego nos restaurantes	5	3	4	1	2	3	141	→
	Administración	55	Presuposto municipal destinado a restauración e mellora do M.A. despois do <i>Prestige</i>	5	4	5	5	5	2	201	↑↑↑
Social	Xestión do fuel	56	Proporción das zonas de actividade pesqueira sen restricción con respecto o total	0	5	5	5	5	5	170	↓
		57	Fuel recuperado nas costas do concello	5	5	5	2	5	5	196	↑↑↑
	Poboación	58	Emigración do municipio	5	5	5	5	5	2	211	↑↑↑
	Mobilización social	59	Afluencia de voluntarios	5	5	5	1	5	5	188	↑↑
		60	Grado de asociacionismo da poboación a colectivos ecoloxistas	5	1	5	3	1	2	139	↑
		61	Introducción de temáticas M.A. nas escolas	5	1	4	3	2	0	168	↓
	Medidas de emerxencia	62	Adopción dun Plan de Emerxencia no caso dunha nova catástrofe local	5	2	3	3	3	3	142	↑

Fonte: elaboración propia

Ficha exemplo 1: Exemplo de ficha resumen da aplicación dos ILIAM-PETROL no concello piloto

## Indicador 15: Afluencia dos voluntarios colaboradores na extracción do fuel na costa da Carnota

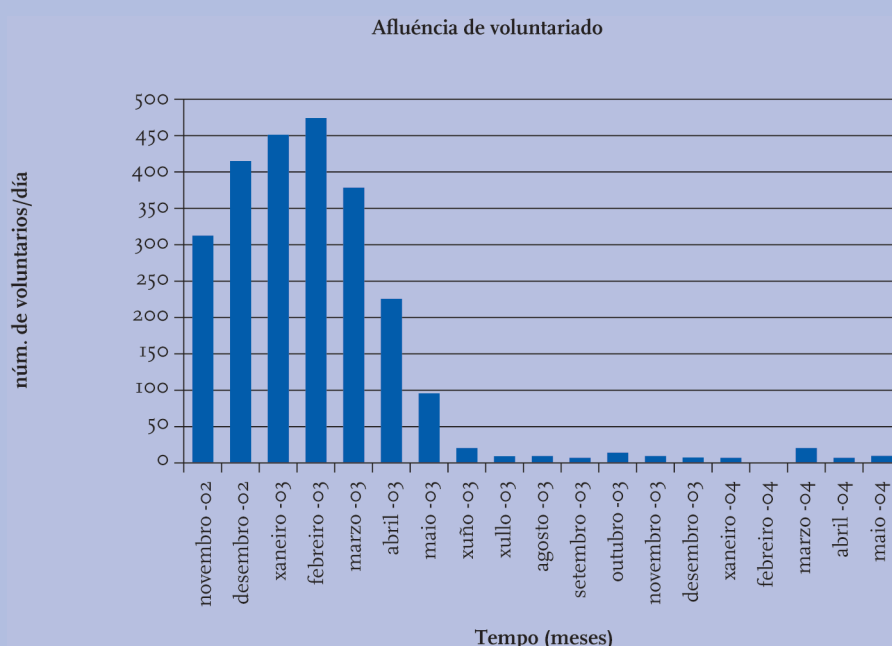
### Definición

Número de voluntarios por día que colaboran nas tarefas da extracción do petróleo do litoral *Concello* da Carnota

### Tendencia desexada



### Gráfico de evolución



### Sistema

**Sistema:** *Concello* de Carnota

**Periodicidade:** Diaria

### Parámetro do cálculo

Afluencia do voluntariado

### Fórmula

$$\frac{\text{nº voluntarios}}{\text{día - mes}} = \frac{\sum_{\text{mensual}} (\text{nº voluntarios} - \text{día})}{\sum_{\text{mensual}} (\text{días} - \text{traballados})}$$

### Unidades

nº voluntarios  
día - mes

**Comentarios:** Trátase do análise do voluntariado libre, non do voluntariado organizado e contratado pola empresa TRAGSA

**Fonte:** Rosa María Villar Álvarez, orientadora laboral do *Concello* da Carnota e Sven Schwebsch, voluntario e coordinador das tarefas da recollida do fuel na Carnota

Táboa 5:  
ILIAM-PETROL do Concello da Carnota

Indicadores	Impacto a medio prazo
1. Concentración total dos hidrocarburos na columna dos sedimentos.	😊
2. Densidade da <i>Charadrius alexandrinus</i> .	—
3. Índice de Braun-Blanquet en cubetas intermareales.	😞
3.1. Riqueza de xéneros de macroalgas nas cubetas intermareales.	😞
4. Riqueza das especies de liques no sistema rochoso.	—
4.1. Cobertura vexetal de especies de liques no sistema rochoso.	—
5. Riqueza de especies vexetais no sistema das dunas.	—
6. Evolución da larva da <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	😞
7. Superficie aberta para facilitar as tarefas de extracción dun derrame petrolífero.	😊
8. Incidencia das alteracións da saúde mental.	😊 😊
9. Demanda de medicamentos (antidepresivos e de ansiolíticos).	😊 😊
10. Avaliación da exposición sobre os PAH's.	—
11. Pescado e marisco de baixa mar poxado na lonxa dun concello afectado por un derrame petrolífero – Cantidade de polbo.	😊
11.1. Cantidade do camarón	😊
11.2. Cantidade do centolo	—
11.3. Cantidade do ourizo de mar	😊
11.4. Cantidade da nécora	—
11.5. Cantidade do percebe	😊
12. Afluencia turística do concello.	😞
13. Evolución do sector pesqueiro.	😊 😊
14. Presuposto municipal e inversións solicitadas destinadas a recuperación e mellora do medio afectado.	😞
15. Afluencia de voluntarios colaboradores na extracción do fuel.	😊
16. Movementos migratorios da poboación do concello.	😊 😊

Táboa 6:  
Relacións porcentuais da tendencia dos indicadores.

	Indicadores ecolóxicos		Indicadores sanitarios		Indicadores socioeconómicos
😊 😊	0%	😊 😊	67%	😊 😊	17%
😊	22%	😊	0%	😊	42%
😞	33%	😞	0%	😞	17%
—	44%	—	33%	—	25%

Leyenda de las tablas 5 y 6

- 😊 😊 Sin efectos aparentes do derrame
- 😊 Recuperación do impacto
- 😞 Non recuperación do impacto
- Sin datos suficientes para avaliar un impacto

	Indicadores ecolóxicos
	Indicadores sanitarios
	Indicadores socioeconómicos



# LOCAL INDICATORS FOR THE ENVIRONMENTAL IMPACT OF THE PRESTIGE OIL SPILL (ILIAM-PETROL)

**Authors:** Dr. M. Boada, Dr. J. Rieradevall, Dr. G. Feijoo M. Altuna, M. Calderer, A. Camp, M. Fargas, J. Fernández, M. Kucharski, R. Mendiburru, M. Núñez, J. Perarnau

## Summary

The sinking of the oil tanker *Prestige* on 19 November 2002 off the coast of Galicia was an environmental disaster unprecedented in Spain, and it led to a series of environmental impacts of ecological, public health, social and economic nature. After the spillage, a large number of studies were set up with the purpose of identifying and quantifying the most immediate effects caused by the oil spilled, but the great majority of these studies were focused on the short term analysis. There after, basic studies were carried out on the affected coastline by the Department of Environmental Sciences and the Institute of Environmental Science and Technology of the Autonomus University of Barcelona (UAB) and the Department of Chemical Engineering of the University of Santiago de Compostela (USC). From these results, the decision start up research on indicators for the medium-term monitoring of the impacts of an oil spillage as well as application, in a pilot study a locality in Galicia was taken. With the aim of achieving this objective, the next step was the creation of a system of Local Indicators for the Medium-Term Impact of Oil Spills (ILIAM-PETROL).

Following the spill, a medium-term monitoring for two years, was carried in the pilot municipality of Carnota (in A Coruña, NW Spain, 42°45' N, 7.6' W).

- Currently the first two phases of monitoring have been developed.
- In *Phase I*, a total of 16 indicators were selected under three different thematic areas: ecological, public health and socioeconomic. These indicators were selected according to a multicriteria matrix, consisting 62 candidate indicators (or pre-indicators). In parallel, monitoring data were collected.
- In *Phase II* the 16 indicators were improved and new sub-indicators studied in parallel with the aim of obtaining the first diagnoses of the monitoring of the impact.

From the data available, the feasibility of application of the ILIAM-PETROL for medium-term monitoring of the impacts of an oil spill in the local sphere is confirmed.

## Methodology of selection and monitoring of the ILIAM-PETROL

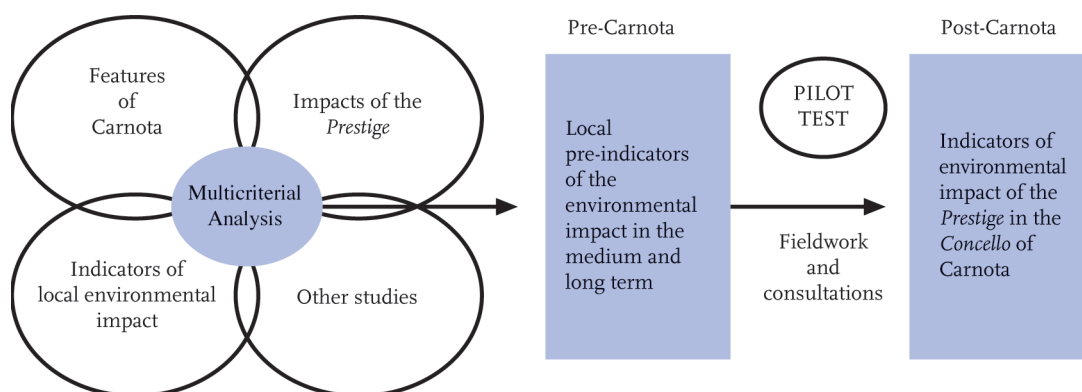
The main objective was to carry out medium-term monitoring of the environmental impacts caused by an oil spill, in this case from the *Prestige* tanker, with a system of indicators especially designed for this purpose.

### Phase I

During the first phase, the **methodology of selection** of the indicators was developed. The research work consisted basically on a multicriteria order of a number of candidate indicators or pre-indicators. Furthermore, the **methodology of monitoring** of the indicators started to be defined through individualized analysis files.

The methodology of selection is summarised in the diagram in Figure 1.

Figure 1.  
Methodology of *Phase I*: selection of pre-indicators and indicators



Source: Own production

The 62 pre-indicators (Table I) of the pre-Carnota phase emerge, as can be seen in Figure I, from four elements. The first element considers the features of the pilot zone under study, Galicia and the *Concello* of Carnota. The second element analyzes impacts caused by the *Prestige* and by any oil spill accident in general. The third element focus on the precedents of application of the local indicators. And the last element considers other ecological, public health and socioeconomics studies that could be useful for the definition of spill indicators. The validity of 62 pre-indicators was confirmed later in Carnota, by means of fieldwork and meetings with experts and other social agents related with each pre-indicator.

The final 16 indicators came from the multicriterial order of the 62 pre-indicators.. This is a dual-entry matrix that contains the pre-indicators in the rows and the six selection criteria (Temporal applicability, Accessibility of data, Economic viability, Scientific rigour, Specificity and Prior studies) in the columns. Each criterion had an assigned relevance according to the relative importance against other criteria. For each pre-indicator, a score between 0 and 5 points was awarded for each of the six criteria, except for the Temporal applicability criterion, valued only with 0 if the pre-indicator was not valid for application in the medium term or 5 if it was valid. Finally, the global evaluation of each pre-indicator was obtained, in a quantitative (pertinence index) and qualitative forms. The 3 multicriterial matrices (ecological, sanitary and socioeconomic) are shown in Tables 2, 3 and 4.

The ILIAM-PETROL for Carnota is formed by 16 indicators, which provide the required information to start up the monitoring.

## Phase II

In the second phase, the methodology of monitoring of the indicators was developed and improved. This was constituted by descriptive files of the 16 selected indicators (see Example File I). Furthermore, the ILIAM-PETROL established in *Phase I* were optimized with the aim of overcoming drawbacks in the collection of data for some indicators. Each of the methodology files contained the information necessary for the monitoring of the indicators in Carnota in a straightforward way, specifying the protocol for obtaining data and other relevant aspects. These ILIAM-PETROL files can be extrapolated to any other coastal municipality affected by an oil spill.

The 16 selected indicators and the new sub-indicators that have been defined in *Phase II*, provide data so that the monitoring continues in Carnota.

## Results and conclusions of the ILIAM-PETROL

### General

Previously to the drawing up of the ILIAM-PETROL indicators, no other system of indicators was found in the available literature. Moreover, no similar method of an integrating nature, designed for the medium-term monitoring of the impacts of an accidental oil spill had been reported. It was confirmed that the **ILIAM-PETROL made up a reliable system of indicators that are easy to apply, low-cost, and easy to take on board by any local administration that would like to adopt them in the case of an oil accident.**

### Methodological aspects of the introduction of the ILIAM PETROL indicators

The ILIAM-PETROL drawn up for the monitoring of the environmental impact caused by the oil spill from the *Prestige* in the *Concello* of Carnota were made up of 16 indicators and 7 sub-indicators, listed in Table 5. Of the 16 indicators, the majority were ecological (7 indicators, or 44%) and socioeconomic (6 indicators, or 38%), whilst only 3 indicators, or 18%, were related to public health.

During the prospective pilot study in Carnota, intrinsic difficulties arose in each field of ecological, socioeconomic and human health study.

The ecological indicators required the availability of time and technical resources in order to obtain data. The public health data were difficult access due to their confidential nature and a lack of standardized medical protocols in the parameters selected. Regarding to socioeconomic indicators, unlike the others, these are the easiest to apply, since the data are systematized by the municipality with other objectives and are available to the public.

### Evaluation of the medium-term impact of the spillage of the *Prestige* in Carnota by means of the ILIAM PETROL

Four general tendencies can be differentiated regarding to the medium-term impact of the oil spill of the *Prestige* in Carnota: with no apparent effects, with no recovery from the impact, with recovery from the impact and lacking data to establish the potentials effects. In Tables 5 and 6, the list of indicators and sub-indicators are listed along with their current tendency.

According to the percentages, 44% of the indicators in the ecological field presented insufficient data to allow evaluation of the impact, as comprehensive monitoring for a more prolonged period of time is necessary to evaluate their evolution; in 67% of the public health indicators no apparent effects from the impact were detected and in 42% of the socioeconomic indicators a recovery from the study parameter was observed. The rest of the percentages are shown in Table 6.

The indicators belonging to each of the three fields of study of the ILIAM-PETROL were interconnected with the other indicators in their field. Furthermore, the indicators in the ecological and socioeconomic fields maintained inter-disciplinary dependence since they presented aspects in common, which means that the link between them is strengthened. On the other hand, the indicators of human health, although closely related to each other, did not appear to be related with the other fields

Table 1:

The 62 pre-indicators defined in Phase I subjected to multicriterial ordering.

Local pre-indicators for medium-term monitoring of the environmental impact of the <i>Prestige</i> in the <i>Concello</i> of Carnota		
Ecological	Sanitary/health	Socioeconomic
- Level of pahs and heavy metals in the water	- Nº. Of people treated at healthcare centres in the <i>Concello</i>	- Economic aid from the EU, the State, the Galician Autonomous Government and other organisations to the municipality
- Beaching of marine mammals	- Level of benzene, toluene and xylene in blood	- Proportion of the GVA of the fishing sector with respect to the total GVA
- BMWP' index in rivers	- Level of PAHs (benzopyrene) in urine and faeces	- Shallow-sea fish and seafood auctioned at the fish market
- Concentration of total HC and PAHs in sediment	- Level of metals in blood and urine	- Concentration of PAHs in species of commercial interest with respect to maximum limits permitted for consumption
- Biomass of phytoplankton and zooplankton	- Biomarkers of internal dose (hidroxypyrene in blood and urine)	- Average influx of tourists in summer period
- Biomass of pelagic larvae and eggs	- Biomarkers of biologically effective doses (carriers of DNA)	- Occupation of tourist beds
- Accumulation of PAHs in fatty tissues of fish	- Biomarkers of early biological effect (chromosomal aberrations)	- Contingent evaluation of the effects of the oil slick
- Biodiversity of fish	- Incidence of skin cancer	- Evolution of occupation in the fishing sector
- Biomass of fish embryos	- Incidence of cancer in respiratory system	- Consumption of seafood of Galician origin in restaurants
- Number of birds collected	- Incidence of cancer in digestive system	- Municipal budget allocated to the restoration and improvement of the environment after the <i>Prestige</i> accident
- Density of <i>Charadrius alexandrinus</i>	- Incidence of leukaemia	- Proportion of unrestricted fishing zones with respect to the total
- Density of <i>Bifurcaria bifurcata</i>	- Alterations of immunological and hormonal system	- Oil recovered along the municipality's coast
- Density of <i>Lichina pygmaea</i>	- Alterations of central nervous system	- Emigration from the municipality
- Braun-Blanquet index in coastal waters	- Effects in newborn babies (congenital malformations, low birth weight, etc.)	- Influx of volunteers
- Density of <i>Zoostera noltii</i>	- Number of work absences	- Degree of associationism of local people to ecologist groups
- Density of <i>Ammophila arenaria</i>	- Number of hospital incidences affecting pregnant women	- Introduction of environmental subjects in schools
- Biodiversity of lichens	- Acute effects in tourists exposed to the fuel	- Adoption of an Emergency Plan in the case of a new local disaster.
- Density of <i>Armeria porcarotana</i>	- Demand for alcohol and tobacco	
- Biodiversity of dune vegetation	- Demand for medication, ansiolitics and anti-depressants	
- Density of <i>Omphalodes littoralis</i> , sub-species <i>gallaécica</i>		
- Density of <i>Talitrus saltator</i>		
- Re-colonisation of <i>Mytillus galloprovincialis</i> spat		
- Tissular concentration of PAHs in <i>Mytillus galloprovincialis</i>		
- Biomarkers, bioassays and epidemiological studies of <i>Mytillus galloprovincialis</i>		
- Biomass of bacteria <i>Pseudomonas</i> ssp.		
- Surface area of tracks opened on the edge of the spill		

Table 2:  
Multicriterial matrix of ecological field

Field	Environ- Mental Aspect	Nº. Indicator	Indicator	Criteria and weightings						Evaluation	
				10	10	9	8	4	3		
				Temporal applicability	Accessibility of data	Economic viability	Scientific rigour	Specificity	Prior studies	Pertinence index	Qualitative evaluation
Ecological	Column of sea water	1	Level of pahs and heavy metals in the water	5	3	1	5	2	4	149	↑
	Rivers	2	Beachings of marine mammals	5	2	4	2	2	3	139	↑
		3	BMWP' index in rivers	5	4	3	5	1	3	170	→
	Column of sediments	4	Concentration total HCs and PAHs in sediments	5	5	4	5	5	4	208	↑↑↑
	Plankton	5	Biomass of phytoplankton and zoo plankton	0	1	0	5	3	4	74	↓
		6	Biomass of pelagic larvae and eggs	5	0	0	5	2	4	110	↓
	Fish	7	Accumulation of PAHs in fatty tissues of fish	5	0	0	5	5	4	122	↓
		8	Biodiversity of commercial fish	5	3	4	3	4	2	162	↑↑
		9	Biomass of fish embryos	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Birds and fauna	10	Number of birds collected	5	2	4	2	5	4	154	↑↑
		11	Density of <i>Charadrius alexandrinus</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
	Rocks system	12	Density of <i>Bifurcaria bifurcata</i>	5	2	2	5	3	5	155	↑↑
		13	Density of <i>Lichina pygmaea</i>	5	3	4	5	3	5	183	↑↑
		14	Braun-Blanquet index in coastal waters	5	4	3	5	4	5	188	↑↑↑
	Salt marsh systems	15	Density of <i>Zoostera noltii</i>	5	2	2	5	3	2	146	↑
	Dune system	16	Density of <i>Ammophila arenaria</i>	5	4	4	5	2	4	186	↑↑
	Biodiversity	17	Biodiversity of lichens	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		18	Density of <i>Armeria porcanotana</i>	5	1	2	5	1	2	128	→
		19	Biodiversity of dune vegetation	5	4	4	5	4	3	191	↑↑↑
		20	Density of <i>Omphalodes littoralis</i> subsp. <i>Gallaécica</i>	5	1	3	5	1	2	128	→
	Benthonic Invertebrate Organisms	21	Density of <i>Talitrus saltator</i>	5	3	1	5	3	3	150	↑
		22	Re-colonisation of the larva of <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	4	4	5	3	5	193	↑↑↑
		23	Tissular concentration of PAHs, in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	4	118	↓
		24	Biomarkers, bioassays and epidemiological studies of <i>Mytilus galloprovincialis</i>	5	0	0	5	4	3	115	↓
	Micro-organisms	25	Biomass of <i>Pseudomonas</i> ssp. Bacteria	5	0	0	5	3	3	111	↓
	Countryside	26	Surface area of tracks opened on the edge of the spill	5	4	4	4	5	4	190	↑↑↑

Table3:  
Multicriterial matrix for the public health field

Field	Environ- Mental Aspect	N°. Indicator	Indicator	Criteria and weightings						Evaluation	
				10	10	9	8	4	3		
				Temporal applicability	Accessibility of data	Economic viability	Scientific rigour	Specificity	Prior studies	Pertinence index	Qualitative evaluation
	Volunteers	27	N°. Of people treated at healthcare centres in the Concello	0	5	5	5	3	5	162	↓
Human health	Volunteers y local population	28	Level of benzene, toluene and xylene in blood	0	1	0	5	3	3	71	↓
		29	Level of PAHs (benzopyrene) in urine and faeces	0	1	0	5	3	3	71	↓
		30	Level of metals in blood and urine	0	1	0	5	3	3	71	↓
		31	Biomarkers of internal doses (hidroxyppyrene in blood and urine)	0	1	0	5	3	2	74	↓
		32	Biomarkers of biologically effective doses (DNA carriers)	0	1	0	5	3	2	74	↓
	Local population	33	Biomarkers of early biological effect (chromosomal aberrations)	5	1	0	5	3	1	115	↓
		34	Incidence of skin cancer	0	3	3	5	2	3	114	↓
		35	Incidence of cancer in respiratory system	0	3	3	5	2	3	114	↓
		36	Incidence of cancer in digestive system	0	3	3	5	2	3	114	↓
		37	Incidence of leukaemia	0	3	3	5	1	2	107	↓
		38	Alterations of immune and hormonal system	5	2	3	5	1	2	147	↑↑
		39	Alterations in the central nervous system	5	3	3	5	3	3	168	↑↑↑
		40	Number of work absences	5	2	4	5	1	2	156	↑↑
	Children	41	Effects on newborn babies (congenital malformations, low birth weight etc.)	5	2	3	4	1	2	139	↑
		42	Number of hospital incidents involving pregnant women	0	2	3	5	2	2	101	↓
	Tourists	43	Acute effects on tourists exposed to the oil	0	3	5	5	3	3	136	↓
	Alcohol and tobacco	44	Demand for alcohol and tobacco	5	2	3	3	3	1	144	↑↑
	Medications	45	Demand for medications, anti-depressants and ansiolitics	5	2	5	5	3	2	173	↑↑↑

Source: Own production

Table 4:  
Multicriterial matrix for the socioeconomic field

Field	Environ- Mental Aspect	Nº. Indicator	Indicator	Criteria and weightings						Evaluation	
				10	10	9	8	4	3	Pertinence index	Qualitative evaluation
				Temporal applicability	Accessibility of data	Economic viability	Scientific rigour	Specificity	Prior studies		
Economic	Economic aid	46	Economic aid from the EU; the State, the Galician Autonomous Government and from other bodies to the municipality	5	3	4	4	5	4	180	↑↑↑
	Fishing sector	47	Proportion of the GVA of the fishing sector with respect to the total GVA	5	1	3	3	5	4	143	↑
		48	Fish and shellfish from shallow waters auctioned at market.	5	4	5	3	4	4	187	↑↑↑
		49	Concentration of pshs in species of commercial interest with respect to maximum limits permitted for consumption	5	0	0	5	4	4	118	↓
	Tourism	50	Average influx of tourists on beaches during the summer period	5	2	2	3	1	3	125	→
		51	Occupation of tourist beds	5	2	4	5	2	3	163	↑↑↑
Socioeconomic	Recreational and countryside values	52	Contingency evaluation of the effects of the oil slick	5	0	0	5	5	3	119	↓
	Unemployment	53	Evolution of occupation in the fishing sector	5	3	5	3	5	4	181	↑↑↑
	Consumption	54	Consumption of seafood of Galician origin in restaurants	5	3	4	1	2	3	141	→
	Administration	55	Municipal budget assigned to the restoration and improvement of the M.A. after the <i>Prestige</i>	5	4	5	5	5	2	201	↑↑↑
Social	Management of the oil	56	Proportion of restricted fishing activity areas with respect to the total	0	5	5	5	5	5	170	↓
		57	Oil recovered along the coasts of the municipality	5	5	5	2	5	5	196	↑↑↑
	Population	58	Emigration from the municipality	5	5	5	5	5	2	211	↑↑↑
	Social mobilisation	59	Influx of volunteers	5	5	5	1	5	5	188	↑↑
		60	Degree of associationism of the population to ecologist groups	5	1	5	3	1	2	139	↑
		61	Introduction of Environmental subjects in schools	5	1	4	3	2	0	168	↓
	Emergency measures	62	Adoption of an Emergency Plan in the case of a new local disaster	5	2	3	3	3	3	142	↑

Source: Own production

Example file 1: Example of a summary file of the application of ILIAM-PETROL in the pilot municipality

## Indicator 15: Influx of volunteers cooperating in the extraction of fuel from the Carnota coast

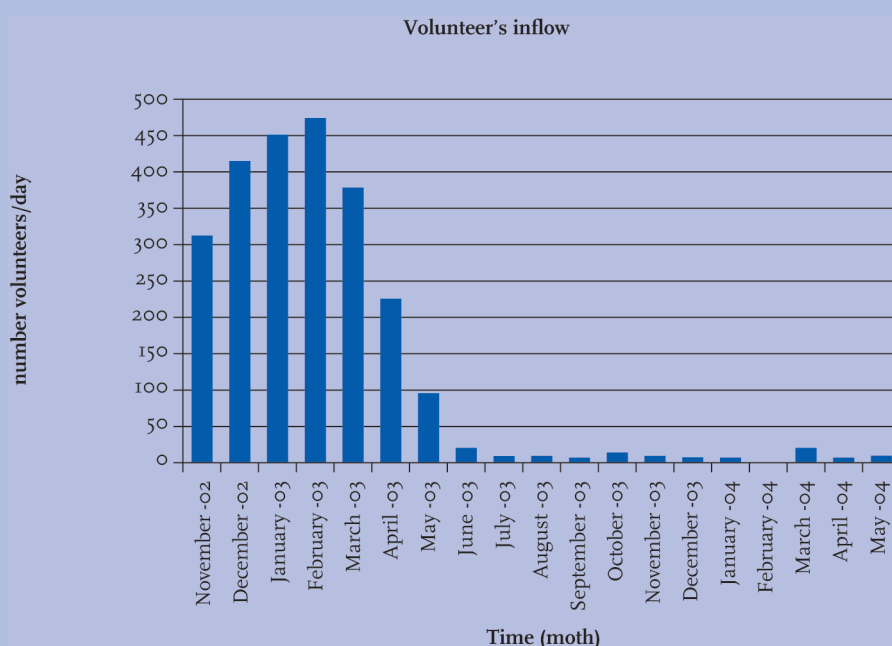
### Definition

Number of volunteers by day cooperating in tasks of extraction of oil from *Concello* de Carnota coastline

### Desired tendency



### Graph showing evolution



### System

System: *Concello* of Carnota

Periodicity: Daily

### Calculation parameter

Influx of volunteers

### Formula

$$\frac{\text{n}^\circ \text{ volunteers}}{\text{day} - \text{month}} = \frac{\sum_{\text{month}} (\text{n}^\circ \text{ volunteers} - \text{day})}{\sum_{\text{month}} (\text{days} - \text{worked})}$$

### Units

n° volunteers  
day – month

**Comments:** This is an analysis of free volunteers, not of the organised volunteer groups managed and contracted by the company TRAGSA

**Source:** Rosa María Villar Álvarez, work guidance counsellor of the Carnota Town Council and Sven Schwebsch, volunteer and coordinator of oil collection tasks in Carnota



Table 5:  
ILIAM-PETROL of the *Concello* of Carnota.

Indicadores	Impacto a medio prazo
1. Total concentration of hydrocarbons in the column of sediments.	😊
2. Density of <i>Charadrius alexandrinus</i> .	—
3. Braun-Blanquet index in inter-tidal rock-pools.	😞
3.1. Richness of genres of microalgae in the inter-tidal rock pools.	😞
4. Richness of species of lichens in the rock system.	—
4.1. Vegetal coverage of lichen species in the rock system.	—
5. Richness of vegetal species in the dune system.	—
6. Evolution of the larva of <i>Mytilus galloprovincialis</i> .	😞
7. Open surface to facilitate tasks of extraction in an oil spill.	😊
8. Incidence of alterations of mental health.	😊 😊
9. Demand for medications (anti-depressants and ansiolitics).	😊 😊
10. Evaluation of exposure to PAH's.	—
11. Shallow-sea fish and seafood auctioned at the fish market of a municipality affected by an oil spill – Quantity of octopus.	😊
11.1. Quantity of shrimps	😊
11.2. Quantity of spider crabs	—
11.3. Quantity of sea urchins	😊
11.4. Quantity of velvet crabs	—
11.5. Quantity of goose barnacles	😊
12. Tourist influx into the municipality.	😞
12.1. Occupation of tourist beds.	—
13. Evolution of the fishing sector.	😊 😊
13.1. Evolution of the sailors registered in the Fishermen's Guild.	—
14. Municipal budget and investments requested assigned to the recovery and improvement of the environment affected.	😞
15. Influx of volunteers cooperating in oil clean-up tasks.	😊
16. Migratory movements of the municipality's population.	😊 😊

Table 6:  
Percentage relations of the tendency of the indicators.

	Ecological indicators		Heald indicators		Socioeconomic indicators
😊 😊	0%	😊 😊	67%	😊 😊	17%
😊	22%	😊	0%	😊	42%
😞	33%	😞	0%	😞	17%
—	44%	—	33%	—	25%

Key to tables 5 and 6

😊 😊	Without apparent effects from the oil spill	Ecological indicators
😊	Recovery from the impact	Health indicators
😞	Non recovery from the impact	Socioeconomic indicators
—	Without sufficient data to be able to evaluate the impact	

